

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES**



**TESIS**

**LA GEOPOLÍTICA DEL AGUA EN NUEVO LEÓN  
Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**PRESENTA**

**MC. HIPÓLITO VILLANUEVA HERNÁNDEZ**

**PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS SOCIALES  
CON ORIENTACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE**

**DICIEMBRE, 2018**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES**



**TESIS**

**LA GEOPOLÍTICA DEL AGUA EN NUEVO LEÓN  
Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**PRESENTA**

**MC. HIPÓLITO VILLANUEVA HERNÁNDEZ**

**PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS SOCIALES CON  
ORIENTACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE**

**COMITÉ TUTORAL**

**DIRECTOR: DR. RODRIGO TOVAR CABAÑAS  
CO DIRECTORES: DR. MARCO ANTONIO ARANDA ANDRADE  
DR. EDGAR TALLEDOS SÁNCHEZ**

**DICIEMBRE, 2018**

## Índice

<u>Introducción</u>	3
<u>Planteamiento del Problema</u>	6
<u>Objetivo Principal</u>	8
<u>Objetivos Particulares</u>	8
<u>Hipótesis</u>	10
<u>Antecedentes</u>	12
<u>Presupuestos Teóricos de la Geopolítica</u>	23
<u>Justificación</u>	41
<u>Metodología</u>	45
<u>Capítulo 1.</u> Arquetipos del abasto de agua	54
1.1 Historia antigua del abasto de agua a nivel mundial	
1.2 Obras hidráulicas en la época prehispánica	
1.3 Acueductos y sistemas de riego en la época colonial	
1.4 Las presas de mampostería y de sillar del siglo XIX	
1.5 Los grandes proyectos de irrigación e hidráulicos del siglo XX	
<u>Capítulo 2</u> Análisis espacial del potencial hídrico de Nuevo León	101
2.1 Características fisiográficas de Nuevo León	
2.2. Los acuíferos de Nuevo León	
2.3 Reservas de agua subterránea de la ciudad de Monterrey	
<u>Capítulo 3</u> Ecología política y huella hídrica de Nuevo León.	142
3.1 Ecología política. Estado del arte	
3.2 Huella ecológica. Estado del arte	
3.3 Huella hídrica histórica de Nuevo León.	
<u>Capítulo 4</u> Geopolítica del agua	166
4.1 De la dominación al consenso. Una hermenéutica a la geopolítica	
4.2 La geopolítica histórica del agua en México	
4.3 La geopolítica del agua en Nuevo León	
<u>Conclusiones</u>	210

<a href="#"><u>Índice de figuras</u></a>	214
<a href="#"><u>Glosario</u></a>	216
<a href="#"><u>Referencias</u></a>	227
<a href="#"><u>Anexo 1.</u></a> Acueductos históricos de México	242
<a href="#"><u>Anexo 2.</u></a> Marco Jurídico del agua en Nuevo León	244
<a href="#"><u>Anexo 3.</u></a> Sitios anegados por embalses del siglo XX	245

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis busca mostrar el panorama geopolítico del recurso agua en Nuevo León, con énfasis en el Área Conurbada y Zona Metropolitana de Monterrey. El andamiaje teórico de esta investigación se apega a las posturas medioambientales de la denominada historia ambiental, además le apuesta a la cartografía estratégica, así como a las tesis del movimiento intelectual denominado *Environmental Philosophy*, vertebrados desde una propuesta geopolítica de corte conciliador emanada de la filosofía de la liberación. De tal modo que para entender el proceso que ha dado origen a la apropiación predadora del agua y a los conflictos ambientales en Nuevo León, en particular el derivado de la escasez del recurso hídrico metodológicamente es necesario aplicar un enfoque interdisciplinario, integrando el tema del agua desde cuatro enfoques, a saber: el histórico, el hidrotécnico, el ecológico y el geopolítico.

En el primer capítulo, brevemente se explica qué es la historia ambiental, el porqué de su ausencia en países que aún fungen como zonas de extractivismo, como el caso de México. También en dicho capítulo se explica qué son los arquetipos históricos y su función dentro del discurso primitivista moderado. Este capítulo uno cierra con el abordaje histórico del abasto y suministro de agua a nivel mundial, con el objetivo de esclarecer los arquetipos faltantes en las alternativas de innovación en materia de agua para Nuevo León.

En el capítulo dos al margen de las cuantificaciones oficiales y neoliberales del recurso agua, que han elaborado tanto dependencias gubernamentales como empresas privadas, se realiza una estimación adicional, puesto que las estimaciones de los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey suelen estar fundadas en datos de hace tres o cuatro décadas, además de estar poco geografizadas, en tanto que las propuestas empresariales tienen un sesgo hacia el interés por ganar licitaciones, lo que las hace poco objetivas. Por el contrario, la estimación recurre a la metodología propia de la cartografía satelital, así como al uso de los sistemas de información geográfica. Los resultados más apremiantes de este apartado ayudan a conocer con mayor profundidad la dinámica geohidrológica de uno de los principales acuíferos que abastecen de agua a la zona metropolitana de Monterrey.

El capítulo tres es un ejercicio sobre la utilización del agua en la producción de los productos iconos de Nuevo León, es decir, desde un análisis espacio-temporal se determina la Huella Hídrica Histórica (HHH) que en cien años de existencia han llevado a cabo la industria del acero. Con el mismo proceder se da a conocer la HHH de la industria refresquera y de la industria cervecera, con el fin de aclarar cuánta agua han consumido las tres industrias en comento durante todo un siglo. De ese modo se considera que se auscultará la pugna en las licitaciones hidráulicas, con ello se trata de abonar al esclarecimiento de la geopolítica del agua en Nuevo León, es decir, palear los mitos y las falacias en torno a los distintos proyectos hídricos por los que ha transitado Monterrey en los últimos treinta años.

En el capítulo cuatro se hará el análisis sobre los problemas que se han suscitado debido al empoderamiento de los recursos naturales que se encuentran en manos de unas cuantas personas, haciendo énfasis en la geopolítica del agua en Nuevo León de los últimos años. Con ello se pretende brindar elementos necesarios para enriquecer la discusión madura que, sobre el recurso agua, tienen los distintos actores políticos, sociales y económicos del estado.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La historia de la humanidad es en sí una historia de la lucha por la sobrevivencia, que involucra guerras entre pueblos por los recursos naturales, siendo el agua uno de los principales protagonistas, Mesopotamia y el río Éufrates, Viena y el río Danubio, Los Ángeles California y el río Colorado, en ese sentido Zarza (2017), menciona que tales conflictos se agrupan en varias regiones del mundo en donde destacan: el conflicto entre Israel y Palestina; la guerra civil en Siria; la disputa entre Bolivia y Chile por las aguas del río Silala; el conflicto del Tigris y el Éufrates entre Turquía, Siria e Irak; la cuenca del río Zambeza entre Mozambique y Zimbawe; el conflicto del Nilo; y la Guerra del Agua de Cochabamba. Mientras que, en México existen conflictos por el agua en Guadalajara y el caso del río Lerma, la operación del sistema Cutzamala y el abasto de agua de la ciudad de México, el acueducto independencia y las tribus Yaquis o el caso de la presa la Parota en Guerrero, por citar solo algunos.

Al respecto cabe señalar que en México los estudios que analizan los conflictos por el agua proceden desde la época de la colonia, por ejemplo, en 1797 la orden de los Carmelitas Descalzos trabó un litigio por el agua en Tlaxcalilla, San Luis Potosí (SLP, 1797). El primer siglo de vida independiente no es la excepción, puesto que se tiene noticia de la discusión que se armó en la ciudad de México hacia 1869 por la entubación de sus principales afluentes. Ahora bien, en el siglo XX la otrora Comisión Nacional de Irrigación fue la que decidió el auge o la caída socioeconómica de las villas y los pueblos de México. Ahora bien, estrictamente, en 1977 Emilio López



Zamora publicó el primer estudio socioeconómico y político de los conflictos por el agua acaecidos en territorio mexicano. Desde esa fecha hasta el presente prácticamente se ha gestado una lucha ideológica entre dos grupos de pensamiento: a) Los partidarios de un conservacionismo extremista y b) Los partidarios de un tecnicismo rampante.

Los ecologistas apocalípticos, como también se les denomina a los conservacionistas extremos, fácilmente caen en un ascetismo y en contradicciones teológicas. De ahí que cuando se menciona el flujo de agua de una cuenca a otra, suponen la muerte de miles de animales, por lo tanto, su primera reacción es negar todo proyecto hidráulico.

El mesianismo tecnológico, como también se le conoce a los tecnócratas rampantes o voraces, fácilmente cae en el derroche irracional y en contradicciones económicas<sup>1</sup>. De ahí que, cuando oyen hablar de escasez de agua en una cuenca, lo primero que se les viene a la mente, es la construcción de un acueducto por medio de concreto armado. Dicho pensamiento supone que el agua es la misma en cualquier lugar del planeta, obviando la geoquímica del H<sub>2</sub>O y las repercusiones ambientales que conlleva llevar agua de una cuenca a otra.

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, si la economía es la administración de bienes escasos los tecnólogos dejan de pensar las condiciones futuras que en momentos de adversidad mermarían tales bienes. Este tipo de pensamiento de comprar rifles para matar bisontes, que supone que entre más rifles más bisontes por vender, llevó a la extinción casi de dichos animales en Estados Unidos.

Mi propuesta es no caer en estas concepciones, sino realizar una planeación integral desde una enfoque multidisciplinar y holístico que dé soluciones tanto a la pérdida de biodiversidad como al aumento de vulnerabilidad social que con lleva un transvase de cuenca o una extracción de agua subterránea desmedida. Es necesario enfatizar sobre este último punto, puesto que en el estado de Nuevo León existe un gran problema ya que: la construcción de pozos o acueductos de hormigón, de facto, conlleva la disputa entre la industria y la sociedad civil a tal grado que sólo los grupos que tengan solvencia económica, dígame empresas, hacen usufructo del equipamiento hidráulico.

### **OBJETIVO PRINCIPAL**

Determinar las bases históricas, geográficas y capitalistas que han originado la pugna por el agua en Nuevo León con el propósito de lograr una visión de conjunto del problema del abasto de agua, con ello se pretende brindar elementos empíricos que coadyuven al fortalecimiento de la legitimidad del derecho al agua que tiene la sociedad de Nuevo León.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Documentar los arquetipos del agua. El propósito es dar a conocer los tipos de infraestructura hidráulica que las grandes civilizaciones utilizaron y que aún continúan operando en la dotación de agua.
2. Analizar espacialmente el potencial hídrico de Nuevo León, refinando las técnicas para el cálculo de reservas de agua, particularmente las

subterráneas, del estado de Nuevo León contribuyendo en las estimaciones de la disponibilidad de agua.

3. Documentar el consumo histórico de agua de las principales industrias de Monterrey, Nuevo León. Aquí el propósito es dar a conocer el volumen de agua subterránea que se extrae para la elaboración de ciertos productos de origen industrial, este proceder arroja un indicador que ayuda a comprender mejor el sutil despojo hídrico que sufre la sociedad nuevoleonense.
4. Delinear las principales problemáticas por el agua de Nuevo León entre los primordiales grupos de poder local e internacional. Aquí el propósito es dar a conocer las teorías ligadas al empoderamiento de los recursos naturales y cómo éstas, aparentemente, han sido adoptadas por un número de personas para controlar a la sociedad.

## HIPÓTESIS

Los conflictos por los recursos naturales suelen ser de larga data, y el caso del abasto de agua de la principal ciudad del estado de Nuevo León, no es la excepción. Geopolíticamente, muchos conflictos de esa naturaleza, luego de varios análisis, profundizan en las circunstancias históricas que dieron pie a la génesis socioambiental de las tensiones por los recursos en cuestión. De modo que la hipótesis estaba en que, al incrementar la información histórica en torno al abasto de agua, tanto en México como a nivel regional, pero sobre todo localmente, los grupos en conflicto tendrán materia para ampliar sus conocimientos en torno a la problemática, en este caso del abasto de agua, y de ese modo cubrir las lagunas de conocimiento, que a fin de cuentas son estas lagunas las que ayudan a conciliar o pugnar los intereses de los grupos en disputa. En otras palabras, para destrabar las políticas que hoy se decantan por el acaparamiento y monopolización del abasto de agua, bajo un contexto de incertidumbre histórica y técnica (cosechadas estas últimas por políticas implementadas deliberadamente, por la facción neoliberal), es precisamente urgente reconstruir los relatos históricos de cómo se ha dado el abasto de agua a través del tiempo, para que este meta-relato, a modo de arquetipo, sirva como punta de lanza de opciones políticas sustentables (vg.: primitivismo tecnológico), de mayor calado social para con el abasto de agua.

Como se indica, la hipótesis se apoya en el establecimiento de escenarios cronológicos de la política del agua, considerando tres dimensiones: la histórica, la geotécnica y la ecológica/ambiental, que como herramientas contribuyan a explicar,

bajo otra tónica, los conflictos por el agua (actuales y posteriores), tal como la rivalidad por el aseguramiento del abasto de agua entre las tres industrias que más hacen uso del recurso, a saber, la industria del acero, la de la cerveza, y la del refresco.

Señalando desde ya que la manifestación de la hipótesis, no tendrá lugar en el corto plazo, pues los impactos de la articulación de los nuevos modos de gobernabilidad con los fuertes procesos de cambio político, y la crisis de la toma de decisiones en la gestión del agua, más las fricciones entre los poderes tradicionales y el reajuste del aparato del Estado, son fenómenos cuya temporalidad rebasa la de la presente tesis. Por lo que, con dicha hipótesis se busca la aproximación a un entendimiento socio-ambiental del agua, basado en el reconocimiento de evidencias científicas, tal como la disponibilidad del volumen de agua subterránea en el campo Mina, por ejemplo, y patrones políticos, culturales y jurídicos, dígase huella hídrica histórica, para poder estimar las posibles tendencias de los futuros conflictos por el agua en Nuevo León, trabajando todos los planteamientos, desde la visión sustentable que aboga por garantizar hoy el acceso al agua sin comprometer su disponibilidad para con las generaciones futuras.

## ANTECEDENTES

Hacia principios de la década de 1970, el mundo se percató de que los recursos naturales, en función del modo en que venían y se vienen explotando y consumiendo, no eran infinitos, por lo que poco a poco se empezó a gestar una lucha por los recursos estratégicos, sobre todo entre los principales grupos de poder económico, político y social (Meadows *et al.*, 1975). A nivel nacional el abasto de agua pasó de ser una acción sin cuestionamiento a una razón de vital importancia para el desarrollo del país, en este sentido a continuación se describen las principales investigaciones que han abordado la geopolítica del agua en México.

Pedagógicamente, el antecedente más remoto en torno a la visión tradicional de la geopolítica<sup>2</sup> del agua en México, se encuentra en una tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde Dos Santos (1978), bajo una perspectiva urbana ambiental realizó el primer estudio regional de la conservación de los tipos de suelo y agua en la planeación rural. A partir de estudios de la deforestación, erosión, localización de mantos freáticos, acuíferos y cultivos realizados en el estado de Tlaxcala, este autor concluye (con base en la disponibilidad de agua en Tlaxcala en 1974), que el uso de agua superficial para consumo doméstico causa contaminación al modificar la composición química.

---

<sup>2</sup> En este trabajo, en un primer momento, la geopolítica se entenderá como la generación, uso y apropiación del conocimiento del territorio geográfico con miras a tener el control de los recursos naturales, estos últimos vistos como elementos estratégicos para el desarrollo, control y empoderamiento de la sociedad.

Eso significa que desde 1974, ningún organismo (público, privado o social) asumió la tarea de conservar la sanidad de los ríos del país<sup>3</sup>.

Baeza (2001), bajo un enfoque ambiental ecológico realizó estudios de los cuerpos de agua y corredores verdes como estrategia de la planificación futura. El investigador menciona que la planificación debería de estar en función de las posibilidades reales de soporte del sistema natural (sin embargo, se carecen de estudios de fondo para ello). El autor se plantea ¿cómo planificar la ciudad de acuerdo con el orden heterópico, o físicamente con connotaciones diferentes, del propio medio natural?, también hace mención de que se debe revalorar el interés ambiental. Además, propone que la arquitectura ha diseñado los corredores verdes como una forma sustentable de hacer ciudad y subsidiar el medio ambiente artificial. Una de las formas más acabadas de este movimiento arquitectónico versa sobre la conservación de formas lineales del terreno urbano, tal como: arroyos, ríos, canales, presas y depósitos de agua. Es decir, el siglo XXI inicia con la dicotomía de la conservación/utilización del recurso agua. Al respecto, la componente exponencial de la topofagia (hormigoneo del medio natural), fue el caldo de cultivo para que, en México, desde la primera década del siglo XXI, las grandes trasnacionales inmobiliarias condicionaran el abasto de agua potable.

Denton (2003), desde una propuesta natural y jurídica analizó el abasto, uso y aprovechamiento racional del recurso hídrico. Establece que existe la necesidad de

---

<sup>3</sup> La componente exponencial de la contaminación del agua superficial de México fue el caldo de cultivo para que, desde la década de los años 80, del siglo XX, las grandes trasnacionales del agua arriban al mercado del agua potable mexicano.

infraestructura hídrica ya que ésta es indispensable para administrar el recurso y evitar su agotamiento. También compara el abasto en países del G7: que en promedio es de 200 litros/habitante/día, mientras que en México es mayor a 250 litros/habitante/día en zonas urbanas (eso significa que en México el consumo de agua es 30% superior que en aquellos países). En el aspecto jurídico menciona la historia del derecho en materia de agua y un análisis de los diversos regímenes jurídicos de México en materia de agua. Como se podrá advertir, en México desde hace dos décadas, nadie quiere asumir la moderación en el consumo de agua, lo cierto es que en promedio los ciudadanos del país, en dos décadas, se han consumido el agua que les pudiese haber alcanzado para un cuarto de siglo.

Kloster (2008), desde una visión económica/ambiental analiza el desarrollo del proceso social de crecimiento o desenvolvimiento, más las relaciones desequilibrantes en el orden social. Su enfoque es visto como un proceso de lucha por la mejora de las condiciones de existencia de mecanismos para intentar un reequilibrio, donde el recurso agua es visto como una propiedad fundamental, no patrimonial. Por lo cual señala que el estado es el encargado de aplicar el derecho al agua y asumir esa responsabilidad. La autora recuerda que el gobierno federal se ocupa de la retribución en el agua y apropiación del recurso hídrico y se debe encargar de que los sectores sociales marginados tengan acceso a la dotación de agua regular y legal. Según la autora, ese es el origen por el cual, las leyes de agua facultan al gobierno federal a reglamentar los reservorios o fuentes de agua y a organizar a los usuarios. Al respecto, desde el viejo marco marxista, recordemos que cuando el Estado regula algún bien, es porque algún grupo social ha perdido la



soberanía del mismo. En ese sentido, se señala que existe un hueco alusivo a la historia de la soberanía hídrica en México, y los pormenores de cómo se fue diluyendo, no sólo en términos jurídicos, sino desde el punto de vista de la ingeniería civil.

Hace una década Akerberg (2008), realiza su investigación desde el enfoque jurídico ambiental, a través de un estudio de la frontera México- Estados Unidos, analiza las condiciones que hacen del agua un asunto de seguridad nacional, al igual que el deterioro del medio ambiente y la escasez del recurso. Se pregunta ¿Qué relación existe entre la seguridad nacional, el medio ambiente y el agua? ¿Cómo repercute el escás del agua en la estabilidad y seguridad de la región México–Estados Unidos? Al respecto, conceptualiza a la naturaleza como proveedor del recurso para la existencia del ser humano. Puntualiza en la escasa armonía entre los procesos naturales y el abuso que se da en esta situación. Señala además la amenaza que generamos con nuestras actividades irresponsables hacia la naturaleza. Así mismo, argumenta que la protección es una prioridad de las naciones y además que el agua es el principal recurso natural con mayor potencial para detonar conflictos por lo que de su disponibilidad depende el bienestar y la salud de todos los seres vivos del planeta. En este sentido, el acceso al agua repercute en la calidad de vida y desarrollo humano. Como vemos, veladamente este autor invita a pensar sobre los conflictos por el agua que en un futuro habrá de asumir un país cuyo territorio es 80% semi-árido y con una población urbana cuyo consumo de agua está 30% por arriba del promedio del G7.

De la Mora (2009), desde la perspectiva social y las relaciones que sustentan los procesos de apropiación, busca comprender los servicios ambientales, los procesos de apropiación de la tierra, el agua y el bosque, dentro de una interacción social entre la comunidad agraria, los convenios de servicios ambientales, las condiciones socioeconómicas que determina la dependencia social hacia los recursos naturales y el contexto mundial.

Tarrab (2009), realiza sus investigaciones desde un estudio de enfoque económico para entender que los subsidios y los costos operativos y ambientales, no pagados, afectan la estabilidad privada y social. Por eso sugiere la reelaboración de políticas públicas que consideren los gastos operativos y ambientales, con miras a reducir el severo impacto ambiental que genera el agua dentro del proceso de riego agrícola. En efecto Tarrab, veladamente descubre una veta económica, detrás de los servicios de abasto de agua, sean públicos o agrícolas, por ejemplo invita a pensar en los gastos operativos (salinización de fuentes, corrosión de tuberías, cavitación en cárcamos, sedimentación en depósitos, dislocamiento de juntas, oxidación de tuberías, contaminación de ríos, eutrofización de lagunas, diseminación de vectores zoonóticos, etcétera), que nadie quiere asumir, y que a la larga terminan siendo el caldo de cultivo, dígase una oportunidad de mercado, para las trasnacionales del embotellado del recurso hídrico.

A la lista de antecedentes relativos a la geopolítica del agua en México que se haya en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se suma también los antecedentes, sobre conflictos por el agua en México, presentes en otras

universidades, tal como el que se generó en el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) a través de la tesis de Rivera (1992). Un economista que realizó el trabajo: “Economía Política del Agua en México”. En él se discutía la participación social en el uso eficiente del agua, sobre todo argumenta la situación de los servicios de agua en zonas urbanas y el papel que desarrolla la economía, además realizó una revisión a la legislación y la importancia del agua en la salud. Entre sus principales conclusiones señala algunas prioridades claras y estratégicas, partiendo de los recursos financieros disponibles como instrumento necesario en la asignación racional y sostenible. El trabajo que presenta se centra en el aspecto económico como el medio de administración del recurso, apoyándose en las leyes federales que tiene la sociedad para administrar el recurso hídrico. Nótese cómo es el caldo de cultivo u oportunidad de mercado, que reiterativamente se señala, construido mediante el abandono de la responsabilidad para con el medio ambiente, que se agudizó desde el año de 1974, terminó siendo la justificación para su mercantilización. Desde el ámbito político habría que señalar que la tragedia de los bienes comunes, hay una mano, en este caso negra, que permitió su deterioro para su posterior privación o mercantilización.

También en el ITAM Hernández (1994) con su trabajo: “La propuesta de una política pública para solucionar el problema del agua potable en las grandes ciudades de México” relacionó, bajo una perspectiva de política pública, el análisis del problema de suministro de agua como una obligación que tienen la autoridades de abastecer a la población, además considera como estrategia, la importancia de cuidar el agua ya que lo considera como factor decisivo para el desarrollo económico. Al final dicho

autor propone algunos criterios de racionalidad económica para garantizar el abasto y aplicación de tarifas reales, asimismo recuerda que los organismos operadores son los responsables de la dotación. Nótese que, para Hernández, no es importante saber cómo se perdió la soberanía hídrica (tanto jurídica como tecnológica), se contenta con responsabilizar al gobierno federal, pues con la letanía de la tragedia de los bienes comunes le basta para armar un modelo de renta y venta del recurso hídrico.

Porras (2009), es otro economista y abogado del ITAM que realizó una tesis en torno al desarrollo sustentable y las políticas ambientales en México, con énfasis en el análisis del agua como elemento importante del proceso de desarrollo con sustentabilidad, además elaboró indicadores ecológicos con la finalidad de conocer el avance en el impacto y recuperación del desempeño económico en materia de medio ambiente y recursos naturales, también analizó la implementación de las políticas ambientales en México argumentando que son ineficientes en su ejecución y control. La investigación se realizó desde una visión jurídica. Llama poderosamente la atención que los economistas itamitas señalan deficiencias tanto en la conservación como en el consumo del recurso hídrico, no para emitir un juicio económico tendente a optimizar tales acciones, sino para usarlas como una justificación a priori para privar el recurso y venderlo al mejor postor.

Flores (2011) del ITAM tiene una tesis sobre la Política de Regulación Económica para los Organismos Operadores de Agua. Bajo la perspectiva económica, establece los problemas que vienen presentando los organismos en función de la gestión,

además argumenta que la autosuficiencia financiera no es suficiente para su mejor desempeño, menciona que existe el problema de la sobreexplotación de acuíferos. Sostiene que los monopolios de agua [capitalismo de estado] no solucionarían el problema que se viene desarrollando. Concluye que la viabilidad de los organismos tiene que ver con la falta de cobro y la falta de incentivos de los gobiernos para su mejor operación. Dando como resultado un pésimo servicio de abastecimiento. Este fue un trabajo de aspecto jurídico en materia de agua. Al respecto, si bien es cierto que Flores acierta en señalar la necesidad de cobrar por el mantenimiento de la red hidrológica nacional, erra al proponer fragmentar a la Comisión Nacional del Agua (Conagua). Nótese que esta tesis es un claro ejemplo del credo neoliberal, pues alude a la reestructuración de un organismo nacional, dígase la desmembración. Como la historia del neoliberalismo en México ha exhibido, tras la fragmentación de los organismos nacionales viene su privatización. Al respecto, quizás un análisis económico sobre el consumo histórico de las industrias arrojaría más luz sobre el consumo de agua, y la evasión de su pago por parte de empresas trasnacionales.

Finalmente, en la Universidad Autónoma de Nuevo León, respecto al tema que ahora nos ocupa, solo se encuentra con la tesis de Ojeda (2013), quien bajo un enfoque arquitectónico-urbanístico social, presenta su investigación: “Análisis Social-Espacial del Consumo de Agua Doméstica en Hermosillo Sonora, Determinante para el desarrollo de una Política Pública”. En ella, desde una propuesta jurídica económica establece el análisis de consumo de agua como factor determinante en un modelo representativo, también analiza la relación del crecimiento demográfico con el volumen de agua para abastecimiento, y desde una propuesta naturalista señala la

importancia de la situación de escasez de agua subterránea derivada de la excesiva explotación del recurso hídrico, puntualiza que el consumo de agua es influenciado por el comportamiento, actitudes y facilidades usadas. Curiosamente, de todos los antecedentes es el único que revisó lo que dictan las normas mexicanas para el consumo y aprovechamiento de agua; NOM-127-SSA1-1991, NOM-002-CNA-1995, NOM-117-SSA1-1994, NOM-003-CNA-1996, donde se establecen la seguridad del uso y consumo de la calidad de agua en los depósitos naturales de la misma. Por lo que sostiene en su investigación, se reconoce que su estudio fue jurídico y normativo.

### ***Consideraciones en torno a los antecedentes***

Los trabajos de investigación consultados, en su mayoría se basaron en la revisión de la literatura escrita sobre el tema del agua, honestamente les faltó mucho trabajo de elaboración personal (tanto en gabinete como en campo) por lo cual considero que aún hace falta realizar trabajo teórico-práctico entorno al recurso agua, sobre todo de corte histórico, pues este tema es el gran ausente en todas las investigaciones revisadas, además, también se observó que se estudiaron muy pocas normas, leyes y reglamentos en materia de agua, asimismo se observa que en dichos trabajos aflora un marcado economicismo por lo que la tarea geopolítica pública y privada es tarea pendiente, misma que se intenta documentar y ampliar en la presente investigación.

De los estudios revisados líneas arriba retomo las ideas que competen al presente trabajo de tesis, tales como: empoderamiento, apropiación, despojo de territorio,

adueñamiento de recursos naturales (agua, tierra, fauna, flora), sobre todo para contestar algunas preguntas de investigación, a saber: ¿Desde cuándo y de qué forma los grupos de la sociedad civil perdieron su soberanía hídrica, al grado tal de depender de la mancuerna gobierno/trasnacionales? ¿Quiénes, desde cuándo y en qué cantidad se están apoderando del agua superficial y subterránea del Estado de Nuevo León? Además de conocer si el recurso está siendo manejado de forma sustentable, es decir, que su explotación de hoy no comprometa el abasto de las generaciones futuras.

Con estos breves antecedentes se infiere que en las últimas dos décadas el agua ha tomado gran importancia, que su ministración debe ser tomada en serio, desde el ámbito de la seguridad, la administración y la ética de extracción. Además, sobre los problemas hídricos, se ve que semánticamente se habla mucho de desarrollo, de la infraestructura o tecnología de redes de distribución, de normas y reglamentos del agua en Nuevo León, empero hay una gran laguna entorno al campo histórico y geográfico del abasto de agua, por lo que es importante hacer notar que la falta de programas de cultura hídrica (temas eminentemente vinculados a valores histórico-geográficos) ha llevado a la sociedad a la desvalorización no sólo del recurso hídrico, sino a cualquier forma de vida. De modo que es a estos dos últimos campos, los menos trabajados dentro de la literatura afín, a los que se les debe prestar atención, sobre todo si se pretende a futuro regularizar a las industrias que hacen usufructo tanto del agua superficial como de la subterránea, pues los abogados de estas empresas en varias ocasiones han apelado a su derecho histórico, es decir, jurídicamente tres industrias, alegan que llegaron primero que el 95% de los

habitantes que pueblan hoy la AC-ZMM. Como vemos, para evitar un despojo hídrico, como el caso del acuífero de la Pastora, y garantizar la dotación de agua para esta y la futura sociedad es necesario comprender los arquetipos del abasto de agua.

Desde la praxis, la tesis se escribe para tratar de evitar conflictos bélicos por falta de agua, para tratar de evitar despojos de territorios hídricamente ricos, para mostrar las otras alternativas que otras culturas históricamente durante milenios llevaron a cabo para mantener o recuperar sus cuerpos de agua. Desde el ámbito técnico, también se escribe para mostrar cómo el agua fósil, se confunde con el agua freática y que su explotación desenfrenada no debería existir, puesto que a fin de cuentas es un recurso estratégico que se debe utilizar sólo en caso de sequía extrema. En fin, estos puntos son los que intentaré recalcar durante el desarrollo de la tesis.



## **PRESUPUESTOS TEÓRICOS DE LA GEOPOLITICA**

En términos académicos, según Mamadouh (1998) se puede clasificar en cuatro épocas el devenir de los estudios que sobre la geopolítica se han realizado: a) geopolítica clásica (1820-1920), b) geopolítica fascista y contra fascista (1920-1945), c) teorías hegemónicas estadounidenses (1945-1980) y d) geopolítica crítica (desde 1980 en adelante). Sobre las dos últimas Lacoste (1977), señala que la geopolítica se encarga de los conflictos territoriales entre diferentes grupos, donde el discurso geopolítico juega un papel importante.

Por su parte, cuenta Reuber (2000) que la geopolítica crítica comenzó un proceso de deconstrucción recurriendo a Foucault y Derrida, quienes, le imprimen una revalorización a los lugares para ser vistos como un medio a través del cual las relaciones sociales se producen y se reproducen. De esas reflexiones nacieron conceptos tales como: terrenos o polígonos de resistencia, regiones separatistas o autónomas, nuevas conciencias regionales, nuevos discursos geopolíticos. Y de manera concomitante esas nuevas identidades territoriales o nuevas regionalizaciones, en un principio revivieron los conflictos por los recursos disfrazados por conflictos fronterizos.

Por tal circunstancia, para Laughlin (1994) la geopolítica es un saber interdisciplinario que ayuda a comprender la hegemonía mundial (poderes facticos de alcance mundial) cómo una serie de fenómenos determinados por la eficiencia económica y la destreza científica militar. A fin de cuentas ese reduccionismo economicista,

conforme con Laughlin, fue debido a que las ciencias sociales (antropología, política, economía) adoptaron un eurocentrismo que le niega la autodeterminación a las periferias coloniales. Para superar tal situación, el mismo Laughlin, propone superar las limitaciones estructurales del sistema-mundo mediante la cooperación, entiéndase diálogo. La sugestión de Laughlin es la siguiente: epistemológicamente debemos reconocer que el grupo G8, Estados Unidos y Europa, buscan mantener la supremacía intelectual mundial con la intención de mantener el dominio sobre los grupos intelectuales de la periferia<sup>4</sup>. Todo ello con la intención de seguir creando desde el centro del sistema mundo, las políticas públicas de medio oriente o cualquier otra periferia, en esa coyuntura donde se da prioridad a la agenda europea, además el conservacionismo occidental durante décadas ha olvidado la voz del género femenino a los problemas geopolíticos. Del mismo modo, omite o excluye la voz de los intelectuales de la periferia, de los teólogos entre otras organizaciones no gubernamentales del mal denominado tercer mundo.

Al respecto, Conway (2017) señala que, si las ciencias de la Tierra han dejado en claro la supremacía del enfoque interdisciplinario, para que la geopolítica supere los discursos biológicos y ecológicos que la han sustentado o prevalecido históricamente sobre el dialogo geográfico, es necesario una crítica geohistórica tendente a explicar a largo plazo la forma en que se ha dividido el mundo, dígase repartido los recursos naturales. Al respecto, si se amplía la escala del análisis de Lefebvre (1976), la

---

<sup>4</sup> Al respecto, el caso más conocido es el de los economistas liberales chilenos educados en la Universidad de Chicago, que tras el golpe de estado perpetrado sobre el gobierno de Salvador Allende, al final terminaron asumiendo la dirección económica de ese país sudamericano (Délano y Traslaviña, 1989); el caso de México no es la excepción, al contrario, los últimos presidentes han compartido las mismas redes compuestas de economistas y técnicos entrenados en Estados Unidos, de tendencia totalmente opuesta a la del desarrollismo post –revolucionario (Lomnitz, y Gil, 2002).

geopolítica en términos éticos se refiere al “derecho al planeta”, es decir, derecho a todos sus recursos, a toda su biosfera, la cual sólo unos cuantos hombres, bajo el amparo, otrora de imperios, hoy de trasnacionales, se han reservado para sí.

Ahora bien, aunque algunos declaran el fin de la dicotomía primitivo/civilizado (centro/periferia), la geopolítica vive una amnesia histórica sobre la cuestión colonial (¿qué es la etnología sino la negación de la historia de otros pueblos?), al tiempo que sigue una dogmática caracterizada por inventar nuevas amenazas, de allí que hoy se hable de contaminación ambiental, de drogas y sobrepoblación como las nuevas amenazas geopolíticas. Por tanto, en primera instancia la geopolítica, conforme con Slater (1995), es el no reconocimiento o negación de una forma de opresión, de allí la necesidad de dialogar. Más aún, el reconocimiento de la propia identidad periférica invita al diálogo, la negación de este diálogo sería por definición una opresión más. De allí que Jones y Sage (2010) argumenten la urgente necesidad de participar críticamente a través de múltiples teorías y perspectivas metodológicas, a partir de las cuales las alternativas éticas pueden ser puestas en práctica. Es decir, negar otros caminos teórico-geopolíticos sería negar el diálogo.

Al respecto hay que reconocer que la teoría geopolítica contemporánea se ha acompañado mucho de la ciencia social clásica, al tiempo que se ha distanciado del denominado giro geográfico, sobre todo del análisis geofísico e histórico en su dimensión local, por ello Chauprade y Thual (1999) advierten sobre la escases de información geofísica e insisten en que la falta total de mapas dificulta la discusión de muchos temas geopolíticos, para dichos autores no hay mapas sin geopolítica, o

geopolítica sin mapas, puesto que los mapas pertenecen a la jerga del método geopolítico, por ejemplo, de acuerdo con Reuber (2000), la geopolítica implica conocer cómo las elites le asignan su papel a ciertos lugares, de donde se puede mapear toda la historia de la geografía de la violencia comprendiendo la relación recurso/territorio/etnia.

Segato (2013), señala los nuevos conflictos de una nueva experiencia, una violencia que habla, que transmite un mensaje de impunidad que expresa ese poder de dominio y captura sobre cuerpos y territorios (territorios entendidos como cuerpos y de cuerpos conquistados como territorios), argumenta las nuevas formas de guerra "se despliegan hoy en el espacio intersticial" que es para-estatal porque combina fuerzas estatales y para-estatales. "La violencia contra las mujeres ha dejado de ser efecto colateral de la guerra y se ha transformado en un objeto estratégico de este nuevo escenario bélico". Las nuevas formas de violencia se transforman en muchas regiones del mundo, en una forma de existencia.

Como vemos, la producción de conocimiento geopolítico (mapas) es esencialmente una lucha ambiental pretextando escasez de recursos o contaminación medioambiental, aunque en realidad, la geopolítica ambiental esta poca documentada (Mamadouh, 1998), por lo que no sólo la distribución real del territorio, los recursos naturales, o las configuraciones de fronteras y rutas de comercio pueden clasificarse como geopolítica, sino también la propia producción de conocimiento geográfico (Jones y Sage, 2010).

Al respecto, la geopolítica regional está muy atrasada, le falta un marco apropiado para abordar ciertos temas, tales como: el espacio orbital o satelital, el sionismo, la construcción social de riesgo, las geopolíticas críticas de los no geógrafos, o bien los ecosistemas antropogénicos. La geopolítica crítica tiene un problema de identidad puesto que desconstruye su discurso pero se queda en el mismo punto, se queda en los procesos de resistencia, es decir “normaliza” la existencia de conflictos entre formas diferentes hacia la apropiación del territorio y los recursos, su punto final parece ser la denuncia sobre la forma en que las empresas (apoyadas por el gobierno) lucran con el despojo y destrucción de territorios, aunque es preciso señalar que la problematización del espacio y el territorio también están relacionados con la organización y funcionamiento histórico y geográfico de la sociedad y la economía. Tuathail la geopolítica crítica ha podido exhibir las estructuras dominantes del conocimiento, pero no ha ideado la forma para cambiarlas (*Ibíd.*). Por tal circunstancia a continuación se dan algunas precisiones de utilidad para la argumentación geopolítica en torno al agua en el estado de Nuevo León, puesto que se considera que se debe descolonizar la geografía y construir otra geografía desde la geografía crítica, superar la idea de disputa territorial que incluye una relación conflictiva entre la naturaleza y sociedad y mirar cómo la actividad humana transforma la naturaleza, no sólo mediante el trabajo y las actividades económicas.

Para explicar la producción social de los conflictos territoriales sin caer en el reduccionismo economicista o en los discursos biológicos y ecológicos, es necesario una crítica geohistórica. Recordemos que la negación de la historia de otros pueblos es el germen de la opresión dado que la propia negación de una forma de opresión.

En otras palabras, se pretende asumir las ideas de Jones y Sage sobre la urgente necesidad de criticar a la geopolítica tradicional a través de múltiples teorías y perspectivas metodológicas. Además, de forma concomitante se intentará “rellenar” algunos huecos derivados del escás de información geofísica y ausencia de mapas que sistemáticamente las fuerzas estatales y empresariales han horadado inconscientemente, pues discutir sobre las reservas de agua en Nuevo León usando los datos que los opresores ofrecen a la ciudadanía es parte del viejo juego geopolítico que se intenta superar.

Bajo ese entendido, se propone que para comprender la hegemonía mundial se debe tener en cuenta que la geopolítica es un discurso que niega de una forma u otra la opresión. En ese sentido, una nueva geopolítica, alejada de esa forma velada de dominación, sería en principio una hermenéutica geopolítica, que como toda hermenéutica, en su inicio causa extrañamiento a la dogmática, por ejemplo, aunque en un comienzo parezca extraño: la producción de conocimiento histórico-geográfico dentro de un mismo texto que hable de geopolítica (aunque se aleja del canon geopolítico tradicional), también es una geopolítica, tal vez más neutral, por la sencilla razón de que intenta poner a socializar lo que sólo unos cuantos grupos de poder conocen con exactitud.

Es urgente recontextualizar porque en esta tesis se intenta abandonar la noción bipolar de geopolítica (dominador/dominado) por la noción dialógica (otro/otro), es decir, cómo se dejó de pensar la geopolítica como la lucha por la bauxita entre Estados Unidos de América y Jamaica, y se comenzó a pensar la geopolítica como el

discurso que tejen algunos teóricos o intelectuales para justificar la explotación de unos pueblos sobre otros, dígase dominación. Sin esa exposición no será posible comprender porque esta tesis inicia con un capítulo histórico, seguido de uno cartográfico, luego de otro geoeconómico para culminar con una crítica *siu generis*.

Al respecto, las causas por las cuales el saber de los intelectuales geopolíticos de hoy pasó de un enfoque global a otro de corte analítico, dígase de expertos, tenemos que rastrearlo en otro siglo, por ejemplo, Toynbee (1951: 24-26) observó que a finales del siglo XIX el sistema científico moderno basado en *papers* terminaría por generar una visión del mundo fragmentada. Por eso a la luz de la historia del siglo XX, en el presente milenio se observa que existen especialistas en geo hidrología kárstica (hidrología que acontece en zonas de caliza), ignaros del modelo económico del bienestar, de la teoría económica keynesiana, o de la ley del más débil enunciada por Ferrajoli. De igual forma, se sabe de la existencia de abogados expertos en materia ambiental ignaros de la teoría termodinámica<sup>5</sup>, o de los postulados antropológicos<sup>6</sup> de Geertz<sup>7</sup>. De modo que el saber geopolítico ya no está en manos de un teórico geopolítico, sino en una junta de expertos convocada por algún empresario.

---

<sup>5</sup> La Termodinámica. Estado hacia el que todo sistema tiende a evolucionar y caracterizado por que en el mismo todas las propiedades del sistema quedan determinadas por factores intrínsecos y no por influencia externa previamente aplicadas.

<sup>6</sup> Estudia la cultura desde el punto de vista antropológico, la única manera de estudiar las conductas humanas dentro del contexto cultural es a través de la experiencia y observación del investigador.

<sup>7</sup> Para ampliar este tópico puede recurrirse a Uribe (1999), quien se ha extendido en los múltiples problemas que atañen al aislamiento de las subculturas fascista y humanista del periodo moderno.

Es de advertir que esa construcción epistemológica, de aproximarse al mundo desde un enfoque moderno, dígase fragmentado, es abonada desde las aulas universitarias, pues a pesar de que nunca han faltado paradigmas holísticos, ideográficos, interdisciplinarios, integracionistas, basados en mudanzas epistemológicas, puentes teóricos, enfocados a superar las barreras semánticas, empeñados en ejercicios de sinonimia y de heurística entre similares campos del saber, etcétera (tal como: la geografía humana, los estudios regionales, o la historia, la filosofía, la teología o la ética), dichos enfoques brillan por su ausencia en la gran mayoría de programas de estudio universitarios, sean de corte físico o social. Sobre todo, en las universidades de los países mal llamados tercermundistas.

Por tal circunstancia se observa que las críticas que los “experticos” politólogos les aplican a los “experticos” empresarios transnacionales, en cierto grado son como diría Borges, una lucha entre dos calvos peleando por un peine (Lozano, 2016). Es decir, si un politólogo, desde su visión fragmentada, critica o juzga a un tecnócrata por su visión del mundo idéntico a su mapa mental informático, es una tautología, pues epistemológicamente, en el fondo, lo que un experto le quiere decir al otro es: el mundo no se fragmenta al estilo empresarial (relación oferta-demanda), sino al estilo político (relación obrero-patronal). Creo que la cuestión no estriba en definir la mejor forma de fragmentar el mundo sino en la capacidad intelectual que se tenga para integrar una serie de visiones del mismo. El problema estriba en que ambos discursos son antropocéntricos.



En efecto, hoy los estudios geopolíticos o de geografía política<sup>8</sup>, como los de Jalife (2010), no son más que un ejercicio de periodismo científico, pues no profundizan en las condiciones histórico-tecnológicas que dieron origen a la producción social de los conflictos por los recursos. Al contrario, la mayoría de las investigaciones geopolíticas son estudios de casos que indistintamente siempre llegan a la misma conclusión: la transnacional X despojó a la etnia Y de sus recursos, o el imperio X despojó al pueblo Y. Los pocos trabajos geopolíticos, pos-foucaultianos o transmodernos, que se atreven a ir más allá de la crítica, que buscan proponer un cambio en las relaciones sociales asimétricas que vive el mundo moderno, buscan refugio en las viejas tesis marxistas y estructuralistas como los ensayos de Grosfoguel (2006; 2016). Sin embargo, la historia también nos ha enseñado que la conducción del mundo ya sea por un administrador de empresa o de Estado no garantiza la reducción de las asimetrías sociales.

Hasta aquí se ha intentado hacer notar que tanto los administradores de Estado y los administradores empresariales son víctimas de su educación epistemológicamente moderna que en la *praxis* se caracteriza por simular una comprensión integral del mundo. Incluso los famosos estudios interdisciplinarios a cuarenta años de su creación no han podido superar su método de trabajo basado en *focus group*, cuyo *modus operandi* es agrupar a una serie de expertos (de preferencia de talla internacional) para que al final publiquen una monografía inconexa pero tildada de filosofía integracionista o fuerte visión conjunta del mundo, etcétera.

---

<sup>8</sup> En esta tesis se usa de manera indistinta la terminología: geopolítica como sinónimo de geografía política.

Como difícilmente el paradigma moderno cambiará en las próximas décadas o siglos, sólo queda abordar integralmente una problemática en particular, por ejemplo, en este caso la geopolítica del agua en una región del planeta en específico. Es decir, se pretende realizar un análisis *sui generis*, un análisis que parta de la revisión histórica de la concepción que del agua se tuvo en la antigüedad, para que desde el punto de vista arquitectónico e ingenieril se puedan contemplar la mayor cantidad de arquetipos tecnológicos que ha empleado el género humano para abastecerse del vital líquido. Sólo de ese modo se cree que, como sociedad, podremos superar las visiones reduccionistas que proponen tanto politólogos de estado como empresarios transnacionales en torno al abasto de agua en el presente siglo.

En efecto, en esta tesis se propone un primitivismo tecnológico como una forma de arquetipo alternativo a las tesis primitivistas de enfoque naturalista o prehistórico de Zerzan (1994; 2006) puesto que las posiciones tecnofóbicas niegan la capacidad técnica del reino animal (Cavalieri y Singer, 1998; Pouydebat y Nuño, 2018) y la necesidad intrínseca de interacción socio-culto-ambiental de la especie humana, dígase construcción de paisajes culturales (Trautmann, 1981).

El primitivismo tecnológico puede ser entendido como una analogía de la canasta básica de la economía, pero en este caso se habla de una tecnológica básica, arquetípica, de bajo consumo energético y por ende de bajo impacto ambiental, tal canasta tecnológica iría en contra de la obsolescencia programada que orilla a las sociedades a desechar, luego de un corto periodo de tiempo cualquier tipo de tecnología.

Sin embargo, para hacer operativa tal propuesta es menester decir que existe un hueco en la historia de la tecnología de México, sobre todo en cuanto a la historia de la tecnología prehispánica y colonial vinculada con la hidráulica. En efecto, geopolíticamente se sabe de la parca historia de las ciencias de la Tierra, particularmente la exigua geo-hidrología que ha tenido México. Por otra parte, además, se declara desde ya que los datos en torno a los volúmenes y reservas de agua, que exhiben instancias como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), o los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), no se conocen con exactitud es por ello que se trabaja y se utiliza como base para estudio una serie de sistemas de información geográfica para proceder a estimar, revisar y contrastar tales volúmenes y reservas de agua para el caso del Estado de Nuevo León.

Todo lo anterior sirve para argumentar una nueva forma de conceptualizar, valorar, repartir, ahorrar y usar el agua en el Nuevo León de este siglo, no sin antes discutir y contrastar los intereses de los distintos grupos de poder, locales, nacionales e internacionales, que afanosamente buscan asegurarse el agua subterránea no sólo del Estado de Nuevo León sino de la planicie costera del golfo de México.

Por lo que cabe agregar que, el poder económico que los empresarios de Monterrey adquirieron, dada su cercanía con ciudades norteamericanas, sobre todo a partir de la década de los años cuarenta del siglo XX, poco a poco ha construido una ideología revestida de identidad empresarial que ocasionalmente raya en actitudes de superioridad nacional. Esa es la razón por la cual, durante el sexenio del

presidente de México, Miguel de la Madrid (1982-1988), los empresarios de la otrora Cámara de Comercio de Monterrey, cercanos al gobernador de Nuevo León, Jorge Treviño Martínez (1985-1991), hacia mediados de la década de los años ochenta se distanciaron del Consejo de Recursos Minerales<sup>9</sup>, por lo que hasta la fecha no existe la “Monografía geológico-minera del Estado de Nuevo León”.

Ese hueco en torno a la auscultación, reconocimiento, distribución, clasificación y cuantificación volumétrica de las reservas de los distintos recursos de origen geológico del Estado de Nuevo León ha generado estudios especulativos en materia de geo hidrología, es decir, a treinta años de su fundación, la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL, no ha presentado públicamente el atlas geo-hidrológico del Estado de Nuevo León. Por lo que el análisis de las reservas territoriales del vital líquido que se aloja en el subsuelo de Nuevo León ha corrido, en buena medida, a cargo de empresarios e investigadores de otros estados y países<sup>10</sup>, y en menor medida por tesis de licenciatura y posgrado de la UANL.

Pese a ello, algunos políticos, asesorados por investigadores menores, se atreven a proclamar todo tipo de escenarios en torno a la disponibilidad de agua subterránea en Nuevo León. Por ejemplo, los empresarios “politiqueros” vinculados con empresas pertenecientes al ramo de la construcción señalan que los acuíferos de Nuevo León

---

<sup>9</sup> Para impedir el creciente atraso en materia de geología, la Universidad Autónoma de Nuevo León compró la vieja ex-Hacienda de Guadalupe del municipio de Linares para convertirla en 1983 en la Facultad de Ciencias de la Tierra.

<sup>10</sup> Por eso no es de extrañarse que grupos de geólogos, tanto de Estados Unidos, Canadá y Japón sean los responsables de las exploraciones tendientes a ubicar los mejores yacimientos de gas de esquisto (también denominado gas shale) en Nuevo León.

están sobre explotados por lo que es necesario e imprescindible realizar un transvase de cuenca para asegurar el futuro desarrollo económico de la zona metropolitana de Monterrey; mientras que otros políticos y a la vez accionistas de empresas dedicadas a la perforación de pozos, año con año, de manera formal o informal, instalan más de cien nuevos pozos dentro de la subcuencas del río Bravo-San Juan.

La realidad es que la mayoría de esos estudios geo-hidrológicos se basan más en cálculos geométricos y en vagas estimaciones estadísticas que en exploración de campo. Lo cierto es que a simples preguntas no tiene respuestas el SADM. Por ejemplo los sistemas de agua y drenaje de Monterrey, en términos de porcentaje, no saben el origen del agua superficial que abastece a la zona metropolitana de Monterrey. Sólo se abocan a repetir que 50% proviene de agua corriente y 50% de agua subterránea.

Al respecto, desde hace años se sabe que geopolíticamente el discurso por el abasto de agua en Monterrey aparentemente está trabado o atorado en dos únicas salidas, a saber: 1) el trasvase de agua desde alguna cuenca, como la del río Panuco o; 2) la extracción formal o clandestina de agua de pozo.

De esa dicotomía, lo que llama poderosamente la atención es que en una sociedad que se autodefine como emprendedora, no hayan surgido otras formas, tanto ingenieriles como socioculturales para minimizar los problemas derivados del abasto

de agua en la zona metropolitana de Monterrey. Al contrario, lo que abunda son varios neologismos<sup>11</sup>, creados por los medios de comunicación masiva, que parecen estar destinados a confundir más al público general que a esclarecer la problemática en comento.

Al respecto, la confusión en torno a la geopolítica del agua en Nuevo León no es un caso aislado, sino que pertenece a un conjunto de nuevas ideologías políticas disfrazadas de científicidad. Por ejemplo, es un hecho científico comprobado que el cambio climático se debe al acelerado consumo de energía fósil que practican principalmente las naciones del centro del sistema mundo, empero reducir las acciones políticas a vigilar el desarrollo de países de la periferia de dicho sistema mundo es un acto injusto, que ya la antigua teoría de la dependencia de la mano de Benedetti muy poéticamente señaló: "Cuando teníamos las respuestas nos cambiaron las preguntas". En efecto, cuando los países en vías de desarrollo ahora están en la antesala del afanado crecimiento económico, ahora se les invita a abandonar toda la infraestructura, canasta básica tecnológica y capital humano que crearon para tal fin, al tiempo que se les pide, de manera concomitante, desarrollar nuevas formas tecnológicas, al más puro estilo innovador de Schumpeter.

Por tal circunstancia se señalan otras preguntas clave para la tesis ¿pueden países como México, que cuentan con menos del 5% de capacidad tecnológica respecto a Alemania, Japón o Estados Unidos (May, 2007), llevar el mismo ritmo de innovación

---

<sup>11</sup> Algunos neologismos alusivos a problemas de abasto de agua son: hidropolítica, estrés hídrico, pobreza hídrica, etcétera.

tecnológica, de los países del centro del sistema mundo, como para asimilar la transición hacia las energías limpias en un par de décadas? ¿Por qué las tecnologías hídrico-milenarias, aquellas que lograron el florecimiento de las grandes culturas mesoamericanas al tiempo de conservar los recursos naturales se etiquetan de obsoletas? ¿Recuperar tecnologías de nivel fabril, o gremial, acaso no le devolvería la soberanía hídrica a una sociedad que se vive pagando recibos de un agua, de la cual desconoce su procedencia?

Ahora bien, se ve el problema desde las premisas de Harvey (2004), se puede advertir que el sistema capitalista, a inicios del tercer milenio ha dado un salto cuántico en torno a la creación de nuevos mercados. Pues así como Harvey señaló cómo la creación de mercados del sistema capitalista se revolucionó al considerar no sólo a las mercancías como sistemas mercadeables sino al hombre mismo a partir de sus estéticas, hoy se asiste a una nueva escala de mercadeo capitalista, caracterizada no por el tráfico de mercancías, o la creación, venta y consumo de identidades sino a la creación de nuevos estilos civilizatorios basados en el mercado de energías limpias y la entropía del viejo mercado de energías fósiles. Si Schumpeter viviera quedaría absorto por la nueva vitalidad innovadora del naciente sistema eco-capitalista de energía limpia.

Por lo que geopolíticamente hoy más que nunca cada pueblo, región y nación debe definir de forma autónoma su política eco-energética y eco-conservacionista, y evitar en la medida de lo posible lo que irónicamente Galeano compartió en la fábula de la gallina que no aceptó ser cocinada por salsa alguna, sino exigir el reconocimiento y

diálogo de otras alternativas sustentables. Cabe recordar que negar otras alternativas o caminos pensados desde las universidades de América Latina no es otra cosa que simple fascismo académico.

Como se advirtió líneas arriba, hablar hoy (2018) de geopolítica del agua, implica ir más allá de los presupuestos teóricos de la geopolítica tradicional, pues requiere de un esfuerzo bastante grande en la dirección del conocer bien de una buena cantidad de temas concatenados, desde los de corte histórico, geográficos, de ingeniería civil, hasta los de tipo cultural, político y emancipatorios.

Un ejemplo ayuda a encontrar el punto de unión de lo expuesto hasta el momento. Considérese que la extracción de agua subterránea en Nuevo León, no sólo evitaría el endeudamiento de los neoloneses aún no nacidos, sino que contribuiría a reducir la deuda pública, mayor a cien mil millones de pesos, que actualmente tiene el Estado, si parte del agua que extrae la canalizará hacia sus zonas híper áridas para distribuirlas en gigantescas piscinas someras con la finalidad de crear granjas de espirulina (alga-cultura), que como todos saben liberarían oxígeno y retendrían bióxido de carbono el cual luego de ser cuantificado podría comercializarse. De allí la importancia de no cerrarse a un discurso bipolar en torno a las formas de aprovisionamiento de agua en Monterrey.

Como se observa, las problemáticas o conflictos socioambientales del presente milenio superan con creces al viejo marco teórico de la geopolítica forjado hace más de 200 años (Mamadouh, 1998). Por lo que es necesario darle al menos una



pequeña actualización. Y que mejor lugar propicio para tal efecto que una tesis de nivel doctoral de geopolítica del agua en un país “en vías de desarrollo” como México.

De forma insistente se dice, que para poder entender la dinámica sociopolítica que se cierne en torno al abastecimiento de agua en Nuevo León, se tiene que reconocer que el discurso geopolítico estándar se erigió bajo el meta-relato o visión eurocéntrica, por lo que de facto el arsenal epistemológico de la teoría geopolítica del siglo XX excluyó los avances teóricos sociales y políticos tanto de otras culturas y latitudes como de otras disciplinas académicas<sup>12</sup>.

Por lo que hoy urge retomar los textos que la anterior teoría geopolítica no consideró, dados sus prejuicios culturales o raciales. Asimismo, es necesario que en la presente propuesta geopolítica se incluya no sólo a los elementos teóricos que desde el pasado fueron negados, sino también los que actualmente se consideran marginales o insignificantes por el *statu quo* o bloque histórico académico en el poder. Esta operación epistémica que se propone intenta echar mano de planteamientos procedentes tanto de: Lander *et al.* (2005), De Sousa (2006), Castro-Gómez y Mendieta (1998), entre otros. En términos antropológicos y filosóficos es necesario incluir las alteridades y proxemias, legítimas de los pueblos originarios o de los sectores sociales excluidos, como ideas válidas e intereses racionales, de lo

---

<sup>12</sup> Por ejemplo, en un futuro cercano, la geopolítica tradicional tendrá que responder a las observaciones señaladas por corrientes teóricas como: los estudios subalternos que encabeza Guha (2003); o los planteamientos de Bernal y Lozoya (2003) y Mudimbe (2011), sobre otra forma de pensar y ver la historia de África.

contrario todo esfuerzo geopolítico, desde el discurso estándar, terminará produciendo neologismos sociales y huecos de información.

Para iniciar el proceso de reconstrucción de un marco categorial geopolítico más acorde para ayudar a entender los conflictos socioambientales de nuestro milenio, se ha trazado como primer tarea, hacer una revisión histórica de los distintos procesos que el género humano ha empleado para allegarse los recursos de otros pueblos, para ello desde la tradición hermenéutica se ha roto los significados acotados que se tenían para incluir sólo a algunos hechos helenocéntricos y eurocéntricos como merecedores de acciones geopolíticas. De ese modo se ha logrado ampliar los acontecimientos que debieron y deben considerarse como verdaderas acciones geopolíticas, independientemente del lugar en donde se hayan gestado, e independientemente del grupo o etnia que las haya realizado la expropiación del agua como recurso estratégico dado que su acceso y control es fuente indispensable para diferentes actores que hacen del agua el recurso estratégico y puede generar disputa que originan causas como escases de agua, acceso a las fuentes alternativas y generar la rivalidad entre dos poderes sobre el territorio.

## **JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación tiene impacto en los tomadores de decisiones e interesados en el tema del agua en México, en el caso académico le puede servir a investigadores como Alberto Kalach, arquitecto reconocido mundialmente por su propuesta de ciudad lacustre forjada desde una perspectiva ecológica y etnológica, así como a Boris Graizbord reconocido urbanista y coordinador de programas de estudio avanzado en desarrollo sustentable y medio ambiente del colegio de México.

Además en cuanto a departamentos institucionales en el Estado de Nuevo León este trabajo le sirve a la propia empresa de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, sobre todo a sus departamentos de: dirección de proyectos sustentables que actualmente está a cargo del Licenciado Gerardo García Arteta así como a la dirección de ingeniería que tiene como responsable al Ingeniero Octavio Salinas Ramírez; así como al Instituto Mexicano de Tecnología del agua (IMTA), y de forma directa a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), particularmente a los encargados de la dirección de la cuenca Rio Bravo, a cargo de Pedro Garza Treviño, y de una manera indirecta los señalamientos de esta tesis le podrán servir a las dependencia como la SAGARPA, CONAZA entre otras.

El trabajo de esta tesis también le puede interesar al sector empresarial como aquellas pequeñas empresas refresqueras y cerveceras que se encuentran en la zona de estudio, para que el mercado del agua no sea monopolio de grandes empresas como: Topo Chico, Agua Mineral, que actualmente se encuentra dirigida

por Alejandro Rodríguez Saen, así como a grupos subsidiarios de otros monopolios, como el grupo ARCA y sus centros de distribución, cervecería Cuauhtémoc Moctezuma.

Por último, desde un enfoque social el trabajo le puede servir también a la ONG's como son las organizaciones civiles, por mencionar algunas como la fundación Parque Ecológico Chipinque, A.C; Biocrece, A.C.; La casa de los Loros, A.C; y a la Fundación Xignux, A.C: que es un fundación internacional con presencia en México y en Nuevo León además de algunas ONG's transnacionales que tengan presencia en México.

## **IMPORTANCIA**

La importancia de este trabajo radica en su enfoque de carácter deductivo e integral, puesto que se nutre principalmente de disciplinas como la arqueología, la prehistoria, la historia, la geografía física, la geografía humana, asimismo también retoma aspectos medulares del económico y político, todo ello con la finalidad de abordar de forma transversal la comprensión del recurso agua. En efecto, pese a que desde siempre se ha sabido que el agua es factor de vida, su comprensión y por ende su gestión y administración debería ser integral, sin embargo en México los sistemas de prospección y procuración del recurso agua están desarticulados de los sistemas encargados de procurar los alimentos o abasto de maíz, arroz, frijol y aceite, al grado tal que investigadores como Rubio (2015) demuestran que el balance agropecuario de México en los últimos 30 años tiene un déficit de 1,106 Millones de dólares.

Declaramos que en última instancia la tesis busca lograr incentivar la articulación de los comunicados y pronósticos anuales del Servicio Meteorológico Nacional, con los programas de agricultura dinámica y de rotación de cultivos de la SAGARPA para que ésta, tienda a recuperar la soberanía alimentaria, de igual modo esperamos alentar a la Secretaría de Economía para una sinergia mayormente articulada con la SAGARPA, con el fin de que pueda frenar la curva exponencial del alza de precios de la canasta básica. Pues sólo unas finanzas, tanto públicas como privadas, podrán involucrar capital de riesgo en innovación y revalorización hidro-tecnológica, en el hoy Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, si el interés tiende a cero.

Es sorprendente que, en un país como México, 80% semi-árido, no haya suficientes estudios integrales en torno al agua como para que tanto la CONAGUA y el CONACULTA realicen y promuevan una estética y una cultura del agua. Es urgente mostrar todas las instituciones y empresas mexicanas vinculadas al recurso agua, pues actualmente, dichas instancias operan de forma desarticula, aunque en dicha tarea van a aflorar privilegios, corrupción, e intereses geopolíticos, tanto nacionales como internacionales, de allí el título que guía la presente tesis doctoral.

## **METODOLOGÍA**

La presente investigación, por su carácter multidisciplinario, tiene una estrategia metodológica dividida en tres rutas, en función de las respectivas disciplinas involucradas (historia, geografía y ecología), mismas que al final se integraran mediante un enfoque socioambiental.

### ***Ruta metodológica para la sección de historia del abasto de agua.***

Los datos que se utilizaron para confeccionar el primer capítulo de la tesis proceden de diversas fuentes secundarias, tales como libros, artículos indexados, archivos digitales procedentes de las potentes bases de datos: Archive Internet.org y de Worldcat.org, así como fuentes hemerográficas e incluso algunos blogs cuyo carácter es de divulgación científica, cabe señalar que el grueso de los acervos culturales se consultaron en los catálogos de las universidades de México, tal como: la Universidad Nacional Autónoma de México, El Instituto Politécnico Nacional, La Universidad Autónoma de Tamaulipas, la Universidad Veracruzana, El Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, además de la Universidad Autónoma de Nuevo León. La búsqueda de materiales también se apoyó en buscadores de la talla de Elsevier, Springerlink, Blackwell-Senergy, Jstor, Taylor & Francis, así como las bases de acceso libre: Redalyc, Dialnet, Scielo, Science, Google Scholar y HELA-UNAM.

El análisis practicado en esta sección de corte eminentemente histórico fue de tipo descriptivo. Con dicho análisis se intenta dar prosopografía, es decir, identidad a las

tecnologías que en antaño se utilizaron para abastecer de agua a las culturas pretéritas. A tales tecnologías del agua, independientemente de su periodo cronológico y de sus coordenadas geográficas, sociopolíticamente se denominan arquetipos del abasto de agua, esta propuesta es para agilizar el lenguaje técnico, de modo que cuando se hable de arquetipos del agua, que se alude a tecnologías del agua anteriores al siglo XX, y cuando se habla de tecnologías del agua, se refiere a tecnologías en uso desde el siglo XX.

La confección de cada párrafo siguió 12 pasos básicos:

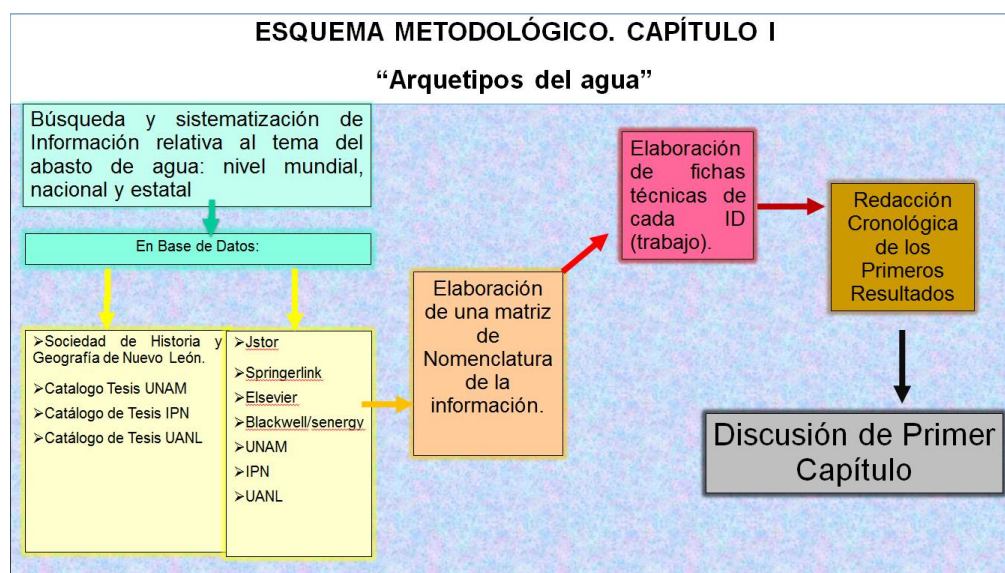
- 1) Prospección de material.
- 2) Descarga y almacenamiento de material en formato PDF o análogo.
- 3) Lectura rápida de material.
- 4) Selección y sistematización de material.
- 5) Lectura crítica de material.
- 6) Elaboración de fichas técnicas, de resumen y de trabajo.
- 7) Ordenación y prelación de la información contenida en las fichas.
- 8) Esquematización y correlación de información
- 9) Redacción y articulación de ideas torales en párrafos de 7 renglones.
- 10) Selección de ilustraciones para reforzar hallazgos.
- 11) Elaboración de resumen para cada subcapítulo
- 12)Elaboración de una conclusión para todo el capítulo.



Después de redactar los párrafos alusivos al tema de los arquetipos del abasto de agua, se debatió dicho capítulo en seis sesiones de asesoría colectiva, además de exhibirse en dos coloquios de doctorado, de donde surgieron críticas y sugerencias para retroalimentar el contenido del texto, el esquema metodológico de este capítulo puede verse en la (Figura 1).

Figura 1

Esquema de la metodología para la elaboración del capítulo 1: Arquetipos del Agua



Fuente: elaboración propia.

### ***Ruta metodológica para la sección geotécnica del abasto de agua.***

La metodología empleada para el capítulo dos consistió en un análisis espacial para tipificar los acuíferos del campo Mina, Nuevo León, con miras a estimar el potencial hídrico del estado. Para tal efecto cabe señalar que los datos utilizados en el estudio fueron trabajados con percepción remota y varios sistemas de información geográfica. Por ejemplo, la topografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015), fue completada con datos provenientes de Google Earth con la intención de crear un modelo digital de elevación (MDE). La cartografía temática fue compilada de distintas fuentes nacionales e internacionales, cuyas escalas oscilaron de 1: 2 000 000 (mapas de climatología) a 1: 250 000 (mapas de geología), etcétera.

Para elaborar el modelo digital de elevación y fusionarlo con el modelo tridimensional de potencial de agua subterránea se procedió de la forma siguiente: primero se recopilaron los distintos conjuntos de datos vectoriales topográficos de las 95 cartas, escala a 1: 50 000 (INEGI, 2015), que se requieren para cubrir el estado de N. L., luego tales datos se mapearon en GvSIG en un sólo layer o capa, después se les cambió el formato, de .shp a .dbf para su modelación en el software Surfer 10.

Para modelar el límite superior (nivel freático) de la zona con mayor potencial de albergar agua subterránea se recurrió al mapa de Fan, *et al.* (2013), dicho mapa de nivel freático se pasó de formato raster a formato vectorial para posteriormente emularlo a formato .dbf; para modelar el límite inferior de la zona con mayor

potencial de albergar agua subterránea se recurre al mapa de distribución de las ondas S de Montalvo, *et al.* (2011), también este mapa se pasó de formato raster a formato vectorial para posteriormente convertirlo a formato .dbf. La precisión horizontal y vertical de los datos conjugados es de 50 metros en promedio.

La creciente disponibilidad de datos de corte geofísico y geológico vinculados a la hidrogeología, derivados de distintas técnicas, tales como: interferómetro, georadar, lidar, ecosonda, resonancia, ortofotodron, espectroscopía de rayos gamma, imágenes satelitales, etcétera, ofrece nuevas posibilidades a las ciencias de la Tierra para profundizar en el análisis de las características cuantitativas y cualitativas del interior de la Tierra.

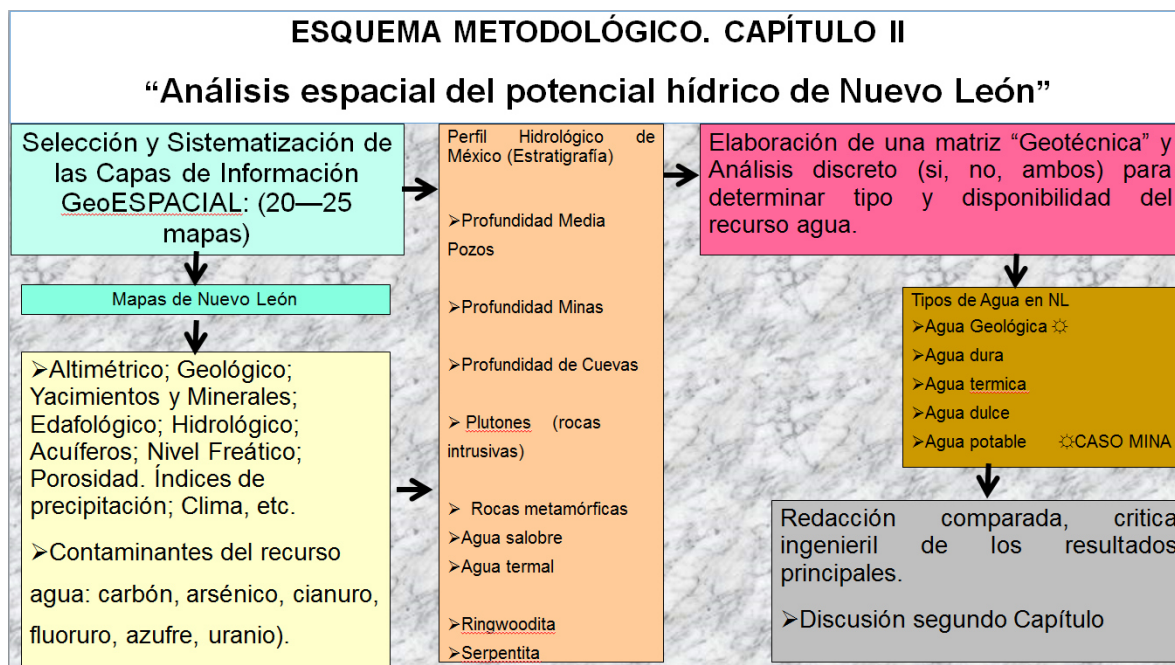
En ese sentido un MDE proporciona una ágil y básica representación espacial de distintos fenómenos geológicos e hidrológicos vinculados en este caso con la disponibilidad de agua subterránea en una sub cuenca del estado de Nuevo León.

Después, los pasos para redactar de los párrafos alusivos al tema de la tipificación de los acuíferos del campo mina, para estimar el potencial hídrico de Nuevo León de agua fueron iterados o replicados conforme a lo expuesto en la metodología del capítulo 1. Cabe señalar que tras la confección del capítulo dos se debatió dicho capítulo en cuatro sesiones de asesoría colectiva, además de exhibirse en dos coloquios de doctorado, de donde surgieron críticas y sugerencias para retroalimentar el contenido del mismo. No está de más señalar que, debido a la formación, de ingeniero civil, de quien escribe, este es uno de los capítulos más

sólidos de la tesis. El esquema metodológico de este capítulo puede verse en la (Figura 2).

Figura 2

Seguimiento Metodología Capítulo dos Análisis espacial del Potencial hídrico de Nuevo León.



Fuente: elaboración propia.

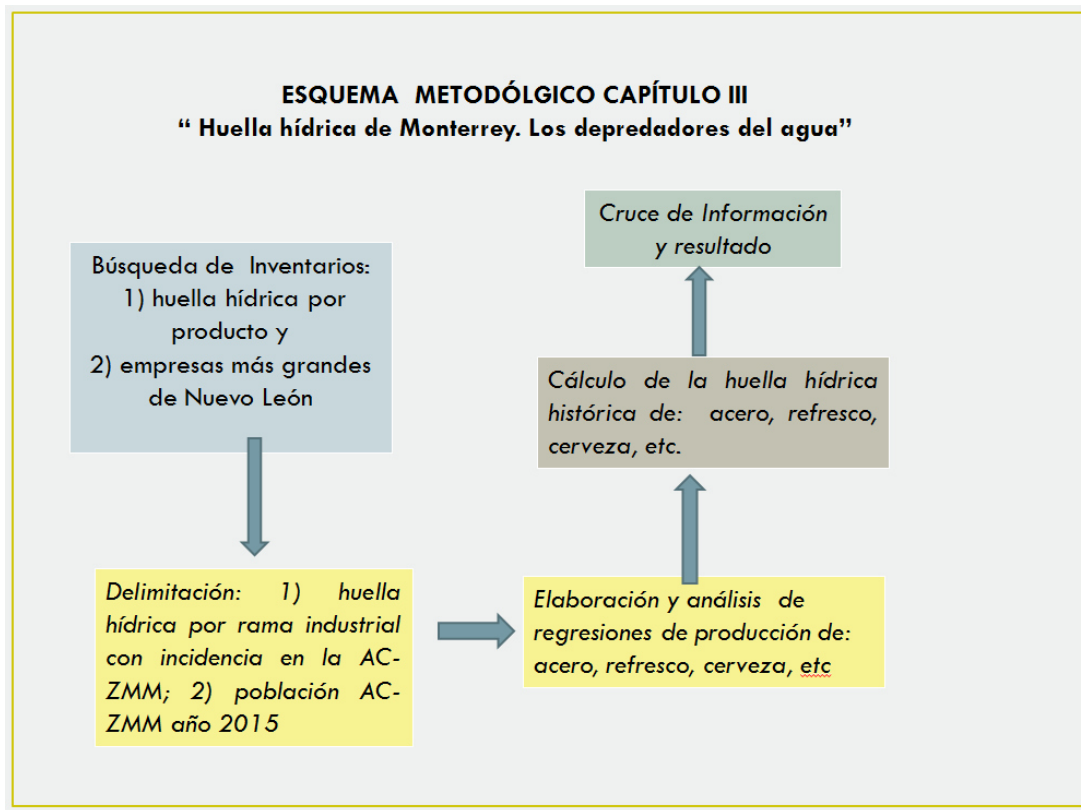
### ***Ruta metodológica para la sección ecológica del abasto de agua.***

Para el capítulo tres, alusivo a la huella hídrica histórica de Monterrey, se consultan informaciones en artículos científicos relacionados con el tema de la huella hídrica. Se elaboró un inventario de los principales consumidores de agua, por producto, y por empresas emblemáticas de la ciudad, se escogieron los productos que científicamente se tienen ubicados como los que mayor agua requieren para su elaboración, es decir, se toma la decisión de determinar la huella hídrica histórica del acero, el refresco y cerveza, la confección de los registros históricos se procesó aritméticamente en el software Excel.

Este capítulo tres, metodológicamente fue cansillo de elaborar, sin embargo, requirió de muchas tareas y de búsqueda de información, esto debido a que la mayoría de los datos alusivos al consumo de los productos en comento es escasa, y en ningún momento las empresas privadas quisieron colaborar con la investigación, de hecho la mayoría de ellas, debido a que históricamente han pasado por diferentes dueños, además de ser subsidiarias, arrendatarias o vendidas a otras compañías trasnacionales, sus registros históricos, en la mayoría de los casos están perdidos. Pese a ello se pudo reconstruir el consumo histórico de los tres productos señalados. El esquema metodológico puede verse en la (Figura 3).

Figura 3

Metodología del capítulo tres: huella hídrica histórica en Monterrey.

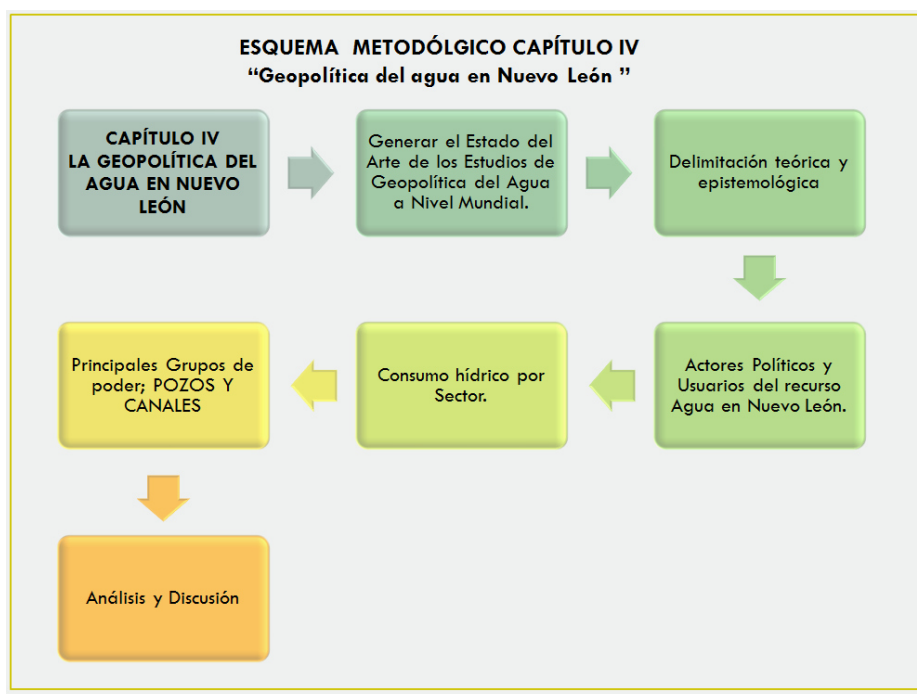


Fuente: elaboración propia.

El procedimiento metodológico del capítulo cuatro alusivo a la geopolítica del agua en Nuevo León, consiste en la revisión de ciertas teorías, proyectos y acciones que han promovido e intervenido en el despojo de los recursos naturales, aquí el análisis reflexivo siguió las mismas pautas de capítulos anteriores: elaboración de resumen y fichas técnica de la información, con el énfasis de explicar los principales problemas sobre el tema de geopolítica del agua ligados al estado de Nuevo León. Al respecto, una vez que se tuvo el documento final de este capítulo cuatro, se sometió a ocho sesiones de asesoría colectiva, además de exhibirse en cuatro coloquios de doctorado, de donde surgieron críticas y sugerencias para retroalimentar el contenido del mismo. El esquema metodológico puede verse en la (Figura 4).

Figura 4

Metodología Capítulo cuatro Geopolítica del agua en Nuevo León



Fuente: elaboración propia.

## **CAPÍTULO 1**

### **ARQUETIPOS DEL ABASTO DE AGUA**

El agua es un recurso primordial para la existencia de la humanidad, en distintas coordenadas espacio temporales se percibe que han existido civilizaciones preocupadas por abastecerse del recurso hídrico, lo que las llevó a desarrollar grandes tecnologías para su época y así poder satisfacer sus necesidades. Todos los arquetipos o tecnologías hidrológicas que dieron pie a las civilizaciones (acueductos, qanats, piletas, canales), con el paso del tiempo se perfeccionaron tecnológicamente gracias a los avances científicos. Sin embargo, la sociedad moderna y posmoderna tiene en el olvido la finalidad por la cual se construyeron dichos arquetipos, vale decir que las personas de hoy en día, independientemente de su ideología, sólo se han enfocado en la explotación de los recursos pensando sólo en el beneficio utilitario que les acarrea ser dueños de tales o cuales recursos naturales, o como señala Porro (2005), respecto a la economía de algún cultivo, sea comunitario o neoliberal, los usuarios de tales recursos, rara vez practican la gestión de la biodiversidad.

La pugna por los recursos hídricos entre determinados grupos sociales dentro de los estados capitalistas ha quedado atrapada en la dirección política de los grandes monopolios, por lo que el portafolio de servicios hídricos suele ser el mismo para las distintas autoridades locales, regionales, o federales, sean éstas de tendencia política de izquierda o de derecha.



Para el caso de Nuevo León el abastecimiento de agua, desde la óptica de los grandes monopolios, sólo tiene dos opciones: a) la construcción de presas y canales; y b) la construcción y ampliación de pozos de extracción. Por lo tanto, cualquier análisis geopolítico del abasto de agua que no repare en los procesos históricos está condenado a vivir en el reduccionismo eurocéntrico, tecnocéntrico y antropocéntrico convenientemente justificado por los monopolios antes dichos. Geopolíticamente, a los tecnócratas no les interesa la adscripción partidista del licitador.

Por otro lado, dada la escasez de los estudios enfocados a determinar el impacto de las acciones antiecológicas que han experimentado determinados biomas, nichos ecológicos, zonas de reserva de la biosfera, incluso la sustentabilidad de las ciudades, se hace difícil evidenciar lo insustentable que resulta ser el raquítico portafolio de servicios hídricos (pozos o canales) que emplea la ciudad de Monterrey y su zona metropolitana para hacerse del vital líquido.

Esta última situación, en parte, se podría palear un poco desde la historia ambiental, es decir, desde la rama histórica que se pregunta: ¿qué huellas le ha impreso la humanidad al medio ambiente?; ¿cómo han sido las interacciones socioambientales del pasado que dieron origen a la presente crisis ambiental?; y ¿cómo distintas sociedades del pasado han concebido de distintas maneras a los recursos naturales?.

Sin embargo, la escasa consolidación institucional de los estudios de historia ambiental en lo particular, y de historia y geografía en lo general, que se vive en México, nos impiden proseguir por esa vía, por lo que sólo resta practicar un ejercicio de interdisciplina, un ejercicio de hermenéutica a los arquetipos históricos con la intención de redescubrir las opciones que el portafolio de servicios hídricos moderno ha olvidado a lo largo del transcurrir de los tiempos.

La pugna por el abasto de agua entre diversos grupos de poder de un lugar determinado, dígame la geopolítica del agua en Monterrey, desde la visión de Schumpeter, tiene que ver con la escasa innovación no sólo tecnológica propiamente dicha sino sociocultural también (Montoya, 2004). Siguiendo a Schumpeter (1978), se argumenta que para superar parte de la crisis por el agua que experimenta la ciudad de Monterrey, es necesario reconocer que la formula clásica de la innovación capitalista (consistente en aplicar nuevas ideas a viejos objetos, o bien viejas ideas a nuevos objetos), en torno al abasto de agua, no ha revalorizado suficientemente los “nuevos” arquetipos del abasto de agua, esto último precisamente se debe al desconocimiento de tales arquetipos.

En comparación con las múltiples formas de suministro de energía eléctrica, el abasto de agua carece de una verdadera diversificación. Recordemos que para obtener energía eléctrica, el estado y el capital privado han recurrido a innovaciones tales como: carbonos eléctricos, plantas de electricidad movidas por combustóleo, diésel, gas, coque; hidroeléctricas, termoeléctricas, eolieléctrica; complejos eléctrico mareomotrices, celdas fotovoltaicas y energía nuclear, entre otras.

En cambio, la obtención de agua potable durante el último cuarto de siglo, a nivel regional sólo se apoya de dos únicas formas de abastecimiento: a) perforaciones para extraer agua del subsuelo y b) represamiento a gran escala. Por lo que es urgente recapitular todas las técnicas que la humanidad, a lo largo de la historia, ha empleado para abastecerse de agua y de ese modo dar a conocer los arquetipos del abasto de agua, que el tecnocentrismo en otro tiempo desdeñó, pero que ahora son de vital importancia.

Ahora bien, no es fácil entender la relación que existe entre los arquetipos del agua y la geopolítica, puesto que la lógica epistémica de la mayoría de los pensadores contemporáneos se asienta en la geometría euclidiana o cartesiana, cuya esencia es el pensamiento lineal de causa efecto. Para ejemplificar este vicio que ya hace dos décadas Bauman (1997) evidenció, tenemos que la modernidad ha construido por un lado a expertos en historia (por cierto, ésta muy sesgada hacia las reconstrucciones bélicas del pasado y a historiar regiones y no procesos) centrados en el estudio del devenir económico y por otro a hidrólogos centrados en el estudio del balance hídrico de ríos y presas.

Como resultado, en la vida real, se buscan ambos temas, en una biblioteca ideal, mediante el sistema Dewey de clasificación bibliográfica, el más universal, obtendríamos: el código 900 asignado para tópicos vinculados a la historia y el 551 asignado para tópicos vinculados a la hidrología. Pero como el tema “arquetipos del

agua” por pertenecer a uno de esos temas fronterizos no encaja directamente ni en historia ni en hidrología se va al estanque de tópicos misceláneos de la historia.

Esta férrea división propia de lo que ya desde el siglo pasado Uribe (1999) denominó como: el problema de las subculturas humanista y física genera dos situaciones muy particulares: por una mano deja la unificación de los campos del saber en manos de iniciados, al tiempo que por la otra prohíbe sistemáticamente practicar estudios transdisciplinarios.

Pese a que los estudios interdisciplinarios se constituyeron en campo del saber hace más de treinta años, subjetivamente sus metodologías y epistemologías siguen siendo rechazadas por la mayoría de los centros de investigación de México (quizá es preciso reconocer la excepción que marca el IINSO en Nuevo León). Tovar (2009b) abordó este problema epistemológico que atañe a todas las disciplinas modernas y llegó a la conclusión de que en la historia del saber existen dos tipos básicos de pensadores: a) los científicos de referente ecuménico de elección cerrada y b) los científicos de referente ecuménico de elección abierta.

Los científicos de referente ecuménico de elección cerrada nunca en su vida académica abordan con seriedad alguna variable que este fuera de lo que su tradición dicta; mientras que los científicos de referente ecuménico de elección abierta, por lo regular sufren de fascismo académico al presentar tópicos metodológicos propios de la interdisciplina. En ese sentido, la presente investigación, de corte interdisciplinario, corre el riesgo de ser etiquetada de ecléctica, por presentar tópicos clasificados, desde la bibliotecología, en estantes diferentes, por

enfocarse a temas fronterizos entre campos de investigación. Al respecto, cabría decir que la clasificación bibliotecología de la información no es dispensa para que los investigadores y geopolíticos, dejen de indagar un campo “ajeno” a la línea que profesan, pues la mentalidad del hombre unidimensional (Marcuse, 1984) es parte del juego geopolítico, mismo que se intenta romper.

Con la dilucidación anterior se pretende conseguir una anuencia para poder conjuntar de forma académica tópicos concernientes a diversas disciplinas, con la única intención de arrojar nuevos puntos de vista a un problema que lleva varias décadas anquilosado, como lo es la geopolítica del agua en Nuevo León. Advirtiéndose desde ya que lo único que impide la realización de investigaciones transdisciplinarias son las manías subjetivas que de los propios centros de investigación llaman tradiciones académicas.

Hecha todas las salvedades perentorias, en lo que viene de este primer capítulo de la tesis, se dispone a realizar una modesta historia del abasto de agua, desde la antigüedad, para luego plasmar todo lo que en el territorio mexicano se ha hecho durante sus cinco siglos de existencia. Todo ello con la finalidad, como se ha dicho, de tener los arquetipos del agua que, a modo de alternativas, técnico-soberanas de abasto sustentable, sirvan como nuevos derroteros para la obtención y auto-distribución de la misma, en concreto para que el sistema monopólico de abasto de agua tenga realmente competencia.

## **1.1 Historia antigua del abasto de agua a nivel mundial**

Hoy en día las ciencias sociales experimentan un “boom” de conocimientos, sin embargo, dentro de lo que se denomina el campo de las políticas públicas al parecer sólo se admite una que otra alternativa. Esta forma de trabajar en ciencias sociales lleva a pensar que los problemas son dicotómicos y que no tienen más alternativas. Por ejemplo, el abasto de agua en Nuevo León ha caído en una de estas problemáticas, puesto que hay quienes creen que el abasto de agua sólo puede hacerse mediante canales, de igual modo hay quienes creen que el abasto sólo puede hacerse mediante la extracción de agua subterránea.

Al respecto, el abasto de agua depende de la cosmovisión, la cultura y el estilo civilizatorio. Ahora bien, la comercialización o dotación de un bien común, dependiendo de la escala geográfica, denota un problema de pérdida de soberanía o autodeterminación <sup>13</sup> . Bajo semejante marco, es interesante ver como el autoconsumo de agua (bien común) en Monterrey no se discute, puesto que el grueso de la población no tiene idea de cómo proveerse de dicho recurso hídrico.

Aquí el problema en principio es de orden semántico, puesto que una barrera semántica impide ver a los empresarios como actores sociales de mucho poder económico. Para destrabar esta situación es necesario considerar aquellas alternativas que van más allá de los intereses económicos de estos dos grupos

---

<sup>13</sup> Aunque a muchos les suene ridículo, el juicio por gravar un impuesto al Sol se discutió de 2013 a 2018 en España (Galanova, 2013; Trillas, 2018).

socioeconómicos o sociopolíticos. Y mostrar las alternativas tecnológicas por las que la sociedad de Nuevo León puede optar para asegurarse su autoconsumo de agua.

Lamentablemente Nuevo León, al igual que todo México, tiene un profundo atraso en torno a la investigación del abasto de agua, de ahí la necesidad de recurrir a la historia del abasto de agua tanto a nivel mundial como nacional, para que a partir de ella se extraigan los arquetipos faltantes en la discusión del abasto de agua.

¿Acaso Monterrey está incapacitado para asumir otras tecnologías del agua tales como desalinizadoras, torres de agua, bombardeo de nubes, cortinas de niebla, qanats, acueductos, etcétera? ¿Acaso Monterrey está incapacitado para asumir otras culturas del agua? Por lo tanto, a continuación, se dará un breve panorama de la historia antigua del abasto de agua a nivel mundial.

### ***El abasto en la antigüedad***

Uno de los motivos más antiguos en torno al agua ha sido fechado arqueológicamente alrededor del año 5,000 a. C., me refiero a una serie de yacimientos rupestres encontrados en el valle de Boca de Potrerillos, Nuevo León, (Eling, 2002). Lo peculiar de esta zona es que existen varios petroglifos simbólicamente asociados al agua (Figura 5), por lo cual, se cree que la civilización que habitó en esta zona ya tenía algunas nociones en torno al ciclo anual del agua o época de lluvia. Este tipo de ruinas arqueológicas muestran que dicho terreno antaño tuvo suficiente agua, pero que al paso del tiempo el vital líquido se tornó escaso. Este descubrimiento significa que en la región noreste de México, aunque hoy en día

el lugar se considera semidesértico, lo encontrado indica que hace aproximadamente 10,000 años el lugar tuvo agua abundante, cuyo aprovechamiento quedó citado en los petroglifos (Murray, 2007: 82).

---

Figura 5

Símbolos de agua corriente en un petroglifo, Boca de Potrerillos, Mina Nuevo León



Fuente: Archivo personal, octubre 2015

---

Al otro lado del mundo, en la antigua Mesopotamia del periodo neolítico (5700 a. C.), algunos investigadores han encontrado vestigios de aldeas agrícolas ávidas en el uso de la tecnología hidráulica que utilizaron para el control de agua de riego, también se han encontrado artefactos con características hidrológicas, tal como bombas hidráulicas que probablemente fueron utilizadas en el control del flujo, además de tener el conocimiento para desviar grandes avenidas o crecidas de ríos y de ese modo evitar la inundación de los centros urbanos, igualmente se han



encontrado relictos de presas por lo que estos descubrimientos significan que desde la antigüedad se ha buscado la forma de controlar, almacenar, y conducir el agua por medio de tuberías y sifones, con la intención de tener a la mano la disponibilidad del líquido (Mays y Gorokhovich, 2010).

En la llamada “Edad de Bronce” entre los años 3500-3000 a. C., en la isla de Creta se han encontrado algunos restos de obras en forma de cisternas, se ha confirmado que se utilizaron para la captación de agua de lluvia para su consumo, también se ha documentado la construcción de presas que les aseguraban tener el líquido en toda época del año, además se han encontrado túneles profundos que fueron utilizados para la conducción del líquido a travesando montañas hasta los centros urbanos donde eran depositados y distribuidos por medio de canales. Estos hallazgos han revelado que los cretenses tenían grandes conocimientos en geometría, agrimensura y geodesia, con estas obras hidráulicas los cretenses tenían asegurada el agua durante los tiempos severos de sequías (*Ibíd.*).

Otro de los datos más antiguos que se han conseguido en torno a las técnicas de abasto de agua data de finales del año 3000 a. C. Donde en la isla de Ibiza exactamente en la *Cova Des Fum* (Cueva de Humo), se encontró una serie de estructuras que se cree que fueron unas pilas donde se almacenaba agua de forma natural (Figura 6), a cuya esorrentía a la postre se le construyeron artificialmente unas melgas o surcos para que dicho manantial tuviera una especie de muro contenedor. Dicho hallazgo quiere decir que este es el primer o más antiguo sistema

de aprovechamiento de agua del mundo, el cual sirvió para poder contar con el vital líquido durante la época de estiaje (DDI, 2014; Moya-Solà, 1978).

---

Figura 6

Ejemplo de una cueva con depósito natural de agua (cueva Basaura, España)



Fuente: Grupo Espeleológico Satorrak-Pamplona, 2007

---

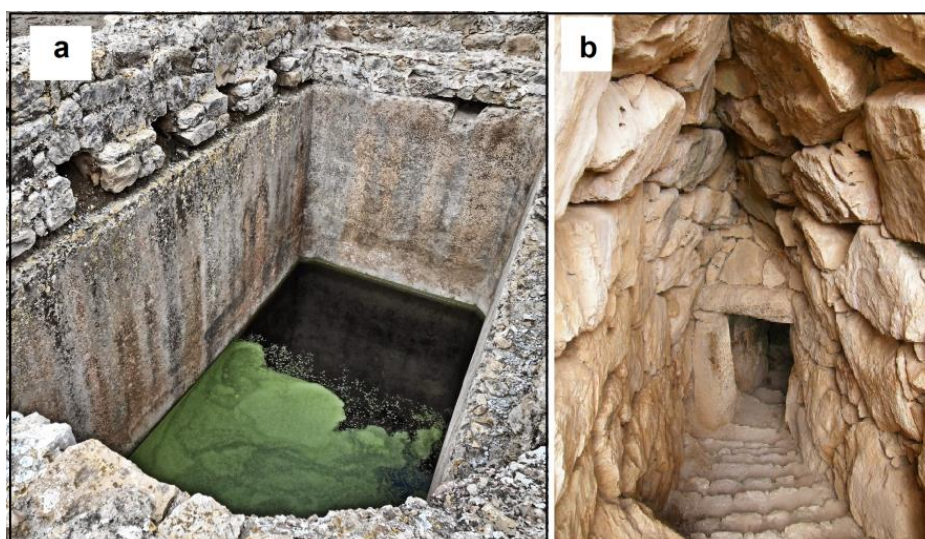
En la ciudad de Grecia se han encontrado algunas estructuras llamadas “minoas” o cisternas (Figura 7), los expertos en temas vinculados a la cultura griega han fechado a las más antiguas en pleno tercer milenio (2500 a. C.), también creen que fueron utilizadas para el almacenamiento de agua, además se han hallado sistemas de conducción por medio de tubería para realizar la distribución hacia la población. No está de más recordar que esta civilización tenía el conocimiento para hacer un buen uso de los materiales para la construcción de obras de infraestructura hidráulica, cabe agregar que los materiales en su mayoría eran de terracota y de productos hechos de madera de ciprés. Estos grandes acueductos fueron utilizados para el

trasvase del líquido desde los manantiales hacia el centro de las ciudades, por tanto, los griegos emplearon sus conocimientos para la construcción de tuberías de saneamiento y de ese modo sacar sus desechos de las ciudades, se cree también que debido a sus conocimientos en hidrología siempre tenían el líquido aun en tiempos de sequía y en los meses de verano donde se escaseaba (Mays, *Op. Cit.*).

---

Figura 7

Cisternas de la cultura griega



a) Cisterna de Micenas, Grecia; b) cisterna griega de macellum, San Martín de Ampurias, España. Fuente: García, 2010; Jarrega, 2012.

Hacia finales del año 1728 a. C., cerca de la ciudad de Irak se han encontrado una serie de escritos denominados Código Hamurabi, los cuales se cree que son los primeros contratos relacionados con el arrendamiento de agua, además de los pagos ocasionados debido a la afectación por daños por inundaciones. Estos accidentes

(ocasionados por el descuido y el mal mantenimiento de los canales de conducción), ilustran cómo los antiguos habitantes babilónicos tenían acuerdos de cómo debían estar organizados para solucionar los problemas ocasionados por el agua, por lo tanto, se puede decir que estas civilizaciones tenían bien organizado la situación jurídica de sus terrenos y acequias para el buen aprovechamiento durante la administración de tiempo de riego (Hammurabi y Lara, 1997).

Desde antaño el agua desempeñó una gran importancia en los lugares que ocupaban los Ibéricos de la zona del Mediterráneo, lugar donde se localizó un camino que sirvió como vía de penetración de las fuerzas militares romanas hacia España al rededor del año 1500 a. C. Dicha calzada comúnmente se le conoce como la vía de la plata, en cuyos terrenos se encontraron (a una profundidad de 500 metros) algunas ruinas talladas con material de pizarra y granito en forma de depósito de agua minero-medicinal, estos depósitos tenían una forma de pila donde se almacenaba el agua con propiedades curativas o para el aseo personal. Debido a sus sales minerales al principio se asume que se creía que tal depósito tenía propiedades curativas, lo que creo una relación entre el hombre y la naturaleza, por lo que estos terrenos se convirtieron en lugares dedicados a cultos religiosos. Hoy en día (2018) esto nos indica que debido a las características de las propiedades que podrían tener las aguas se deben de realizar análisis químicos para determinar el uso y disponibilidad.

En la ciudad de Roma y su área periférica datada alrededor del año 312 a. C. se han descubierto ruinas arqueológicas en forma de acueductos subterráneos y puentes

elevados para transportar el vital líquido por los canales que recorrían la ciudad para hacer llegar el líquido a sus habitantes, a parte de estas estructuras, se han encontrado pozos que contienen agua subterránea que fue utilizada durante los tiempos de sequía para uso personal, además se estima que los antiguos habitantes usaron el agua de estos manantiales para riego agrícola por lo que la civilización romana hizo gala de sus conocimientos en hidráulica al usar eficiente el agua.

Desde el año 1000 a. C., en una región al norte de Irán se ha trabajado en una serie de obras hidráulicas llamadas “qanat” (figura 8), que son excavaciones que se encuentran a gran profundidad y que contienen un volumen abundante de agua, además se ha observado que el uso de la tecnología para la elaboración de estos depósitos para abastecer de agua a las partes altas de las comunidades y demás zonas destinadas al riego agrícola, estas estructuras son canales y túneles subterráneos bien formados para el transvase del líquido desde estos depósitos o sus manantiales (atravesando las zonas montañosas), con la finalidad abastecer y tener agua para uso diario. Con estas estructuras fue posible tener el agua en todas las épocas del año. (Mays y Gorokhovich, 2010).

---

Figura 8

Qanat de la isla Kish, Irán (Golfo Pérsico)



Fuente: Jackson, 2015.

---

En la época prehispánica en la región de Mesoamérica aproximadamente alrededor del siglo X a. C, se han encontrado construcciones de captación como son presas que fueron elaboradas con material producto del entorno como son piedras, troncos de madera esta presas las utilizaron para derivar el agua y almacenamiento en tiempos de sequía, estas construcciones estaban conectadas por acueductos los mismos que llevaban el líquido hacia la población y sus campos de regadío, además la civilizaciones tenían el conocimiento de los periodos de las grandes avenidas por lo que tenían estructuras en forma de represas que les funcionaban para el aprovechamiento lo que dio origen a los primeros conflictos que hubo por el líquido.

En la época prehispánica alrededor del 600 a. C., en la región del valle de México se encontró un complejo de estructuras que se piensa que fueron utilizadas para el

almacenamiento de agua, esta estructura fue denominada presa purrón, y al parecer estuvo destinada a controlar las grandes avenidas, además de distribuir el líquido por medio de canales, los investigadores han considerado este complejo como un antecedente de los principios en cuanto a manejo de agua y gestión para la irrigación la zona del valle. Además, se tiene conocimiento de que tales canales fueron empleados para uso agrícola y riego por inundación y distribución hacia los conjuntos habitacionales lo que significa que tenían grandes conocimientos para evitar inundaciones mediante la construcción de este tipo de represas más un correcto manejo de tierras áridas con el control del líquido por medio de los canales (Aiuvalasit, Neely y Bateman, 2010).

Un grupo de investigadores ha encontrado en la ciudad de Atenas una serie de estructuras hidráulicas, pertenecientes al siglo III a. C., mismas que dan indicios de la destreza que tenían en torno al manejo del agua por medio de distribución y por acueductos elaborados arquitectónicamente, además de puentes que utilizaban para llevar a cabo el transvase del líquido de una cuenca a otra, atravesando montañas y lugares escarpados.

Dichos hallazgos también demuestran que el líquido era transportado por medio de tuberías cerradas hacia los centros urbanos con diferente grado de presión hídrica dado el descubrimiento del sifón, una técnica aplicada desde el tiempo de Aristóteles. También se han encontrado depósitos en forma de cisterna, lo que demuestra que tenían el líquido aun en tiempos de sequía. Por tales hallazgos se infiere que esa

cultura sabía aprovechar los mantos acuíferos de los pozos profundos para extraer agua para uso público (Fernández, 1985).

Del recuento anterior se puede argumentar que el abasto básico del agua en aquellas etapas de la humanidad consistía en asegurar pequeños reservorios distribuidos en forma difusa, pues en ausencia de ríos artificiales (como el caso del sistema Cutzamala) esa era la única manera de almacenar agua. Entre cantaros, piletas, cisternas, qanats, atarjeas, acequias y norias, el número de estas pequeñas unidades de almacenamiento tuvo que haber sido de una por familia en aquellos lugares de clima semi-árido, de lo contrario la producción de autoconsumo, y por ende la sobrevivencia y el pago de impuestos, no se hubiera logrado. De modo que sería necesario estimar cuanta población, en la antigüedad vivía en climas semi-secos, para tener un estimado de cuantas unidades de almacenamiento de agua contó la humanidad en ese periodo de la histórica. Lo único cierto es que al margen de los aqua-imperios, o imperios erguidos sobre la margen de algún río, lo común era una forma de abasto individual.

La historia de bronce, evenemencial y oficialista, ha impuesto la idea de imperio como la forma de vida civilizada por antonomasia, pero la realidad es otra. ¿Si el agua era escasa en la antigüedad, porque no fue ésta, en su forma de *lager* (botella) moneda de cambio? ¿Para qué iban a necesitar agua los aqua-imperios? De tal reflexión sugerimos que el mundo antiguo estuvo sustentado por una distribución difusa de reservorios de agua, esa forma de vida dispersa, pero autónoma en cuanto autogestión y autoconsumo, en un principio dio origen al intercambio de bienes de



origen extractivito o agropecuarios, sin embargo, el éxito demográfico de los aqua-imperios orilló a sus poblaciones a someter a los grupos dispersos.

## **1.2 Obras hidráulicas en la época prehispánica**

La civilización maya ha sorprendido al mundo gracias al conocimiento que tenía sobre el manejo de los recursos naturales y por la forma de abastecerse de agua. Esta cultura señalaba al agua no sólo como fuente de la vida sino como cimiento u origen del universo. Conjuntamente se sabe que los mayas tenían una gran preocupación por asegurar la gestión de los recursos hídricos ya que reconocían que el agua además de fuente de vida era sinónimo de orgullo e identidad (Racancoj, 2011).

Por ejemplo, en la ciudad de Tikal, Guatemala, los mayas tenían un gran manejo y control hidráulico. Estudios recientes demuestran el gran impacto que tuvo esta urbe en la biodiversidad de la selva tropical. El agua que abastecía a la ciudad de Tikal procedía de pequeños arroyos, pero sobre todo de grandes depósitos ubicados en la periferia de la ciudad, desde donde se transportaba el líquido, por medio de canales naturales y artificiales, de las partes altas hacia las áreas bajas. Las sequías del preclásico tardío (siglo IV a. C.) provocaron que los mayas ejercieran mayor control sobre sus sistemas de abasto de agua. Cabe destacar que en el templo mayor de Tikal se encontró una estructura que pudiera ser considerada como uno de los

primeros sistemas de purificación de agua, pues dicho reservorio, de arena fina, está ubicado inmediatamente arriba del estanque principal (Sierra y Scarborough, 2010).

En Yaxchilán, México, para cruzar el río Usumacinta, los mayas construyeron en el siglo VII d. C., un puente colgante de 180 metros de largo. Este puente llegó a ser el más largo del mundo por más de 700 años. Lo que nos llama poderosamente la atención son sus pilotes hechos de mampostería y de concreto natural, cuyas ruinas dan fe de la capacidad que tuvo esta civilización para desviar o contener el cauce de un río tropical (Ramírez *et al.* 2002).

Mientras tanto, el manejo del agua entre la cultura mixteca se realizaba a través de la captación y almacenamiento del agua de lluvia en pilas dispuestas a modo de balcones, estas estructuras de argamasa y estuco estaban dispuestas sobre los piedemontes de los cerros. Dicha práctica así se dio debido a las condiciones extremadamente orográficas de la región. Luego, en las viviendas se almacenaba el vital líquido en tinajas, cajetes y piletas de barro revestidas de cal. Entre los almacenes domésticos de mayor antigüedad se encuentran los de San José Mogote (1000 a. C.) y Tierras Largas (900 a. C.), ambas localidades ubicadas hoy en el Estado de Oaxaca. Cabe señalar que los mixtecos represaban el agua por lo general para sobrevivir a los prolongados periodos de aridez, luego una vez transcurrido tal periodo de sequía, dichas barreras eran removidas, para que el agua siguiera fluyendo hasta los sistemas de riego de aguas abajo. Así, este sistema de represas efímeras construidas en las laderas montañosas poco a poco se fue

convirtiéndose en un sistema de terrazas como el que se localiza en Tepeaca, Valle de Oaxaca, Mixteca Alta, el río Salado (CONAGUA, 2009).

La nación mixteca en su región alta se divide en Yanhuitlán y Nochistlán; su porción baja se conoce como la mixteca baja o de Juxtlahuaca. A la cultura mixteca, antiguamente también se le nombraba “ñuu savi” que quiere decir “pueblo del agua de lluvia”, esto debido a que en todo su territorio existen manantiales que nacen en cuevas, los cuales fueron acondicionados desde la antigüedad, como en el caso del parque el Boquerón de Tonalá, Huajuapán de León en Oaxaca.

Posteriormente, en 1325 d. C., Tenochtitlán y Tlatelolco pueblos de la cultura náhuatl batallaron para abastecerse de agua potable, puesto que dadas las condiciones de la cuenca endorreica del centro de México ésta no era tarea fácil, pues tenían que realizar obras hidráulicas muy importantes como el acueducto de Chapultepec. Por otra parte debido a que el agua del oriente de la zona lacustre de la cuenca de México era salobre y la del poniente era agua dulce, hacía el año 1449 d. C., el rey de Texcoco: Nezahualcóyotl construyó un albardón, una gran represa de 16 kilómetros de largo, para dividir, regular y administrar tales aguas mediante una serie de compuertas (Villalonga, 2007). También se tienen pruebas de otras albardas, una ubicada al norte, en Atzacualco, que quiere decir donde se contiene el agua, y otra localizada al sur en Iztapalapa, espanismo o epéntesis que proviene del topónimo nahua Iztapetlapan que quiere decir lugar donde las piedras retienen el agua salada. Estos hallazgos demuestran que los aztecas gestionaron de forma extraordinaria los abundantes brotes de agua natural.

El culto al agua entre los nahuas, simbolizado con el dios Tláloc (que secularizado tenía dos significados: agua celeste y néctar de la Tierra), era practicado en todos los cerros, peñas, acantilados y demás lugares en donde afloraban manantiales, al grado tal que no había manantial que no tuviera reverencia, dentro de los manantiales reverenciados, algunos de ellos fueron coronados o adornados de forma suntuosa. Los restos arqueológicos de estas estructuras hoy se conocen como baños, los más conocidos son los Baños del emperador Moctezuma y los Baños de Nezahualcóyotl.

Los baños de Moctezuma eran una serie de pequeñas albercas, del tamaño de un jacuzzi, los restos arqueológicos de uno de ellos se localiza al suroeste del cerro de Chapultepec. Se sabe que este lugar de culto al agua se utilizó desde el reinado de Chimalpopoca (1418 d.C.), hasta 1521. En 1975 un grupo de arqueólogos lo redescubrieron (Figura 9) y restauraron (Pineda, 2000).

Figura 9  
Los Baños de Moctezuma (Sureste de cerro Chapultepec)



Fuente: Pineda, 2000

Los baños de Netzahualcóyotl, más amplios que los de Moctezuma, daban vida además a un jardín botánico, De esa forma tales baños simbolizaban el inicio de una red de acueductos del sistema de riego que abastecía a las localidades aledañas entre los años 1431 y 1521 (Sedano *et al.* 2016).

Los baños asentados en Tezcutzingo sobresalían por contar con palacios, tronos y varios temazcales esculpidos en rocas volcánicas, desde allí se tenían las vistas más magnificas del milagro que realizaban las aguas cristalinas, algunas traídas desde manantiales situados a varias decenas de kilómetros. Hoy en día las impresionantes ruinas arqueológicas de Tezcutzingo (Figura 10) son testigo fiel de esos esplendidos oasis.

Figura 10

Los Baños en Tezcutzingo



Los apantles, fueron los sistemas de abasto de agua, como se ha dicho, abastecían a los asentamientos prehispánicos trayendo agua de manantiales situados a varias decenas de kilómetros. Estos apantles o acueductos prehispánicos además de haber formado parte de la infraestructura hidráulica vital para el acarreo de agua en aquella época, también se utilizaron de forma arquitectónica, como elemento de ornato en parques y avenidas de tales primeros asentamientos.

Es de admirar que por medio de ellos se logró tener mejor control del vital líquido evitando inundaciones y pérdidas por infiltración o evaporación. En efecto, los tajos artificiales por donde circulaba el agua sirvieron para observar el comportamiento del nivel del agua, de allí se infiere que su construcción demandaba tener pleno conocimiento del terreno por donde cabría la posibilidad de conducir el agua, y así escoger la mejor ruta. Dentro de las características básicas de los apantles era preciso garantizar que en su recorrido debía permanecer una constante en la pendiente no menor a 3° para lograr la acertada velocidad del caudal en su recorrido.

Al sur de la república Mexicana, hasta la década de 1990 todavía en los Estados de Morelos, Guerrero y Oaxaca funcionaban muchos apantles que fueron construidos en la época prehispánica, actualmente quedan pocos apantles que siguen funcionando en Xochitepec, Yautepec, Oaxtepec y Cuernavaca (Figura 11).

---

**Figura 11**  
**Últimos apantles de Morelos: a) Xochitepec; b) Yautepec; c) Oaxtepec; d) Cuernavaca.**



Fuente: Elaboración personal.

---

Por último, también de la época prehispánica datan los jagüeyes, una especie de dolinas o estanques artificiales en los que se aprovechaba la topografía del terreno y algunas cualidades impermeables del mismo para lograr el almacenamiento estival del agua (Figura 12). La manufactura provisional de estas construcciones ha hecho difícil el reconocimiento de la existencia de estos sistemas prehispánicos de abastecimiento de agua.



---

**Figura 12**

**Último jagüey prehispánico de Puebla: a) Al frente dique oriental; b) Al fondo dique occidental; c) Al fondo dique oriental.**



Fuente: Elaboración personal.

---

### **1.3 Acueductos y sistemas de riego en la época colonial**

En este periodo los diversos sistemas de riego prehispánicos tales como represas o jagüeyes, bordos, canales o aplantles, acequias y cajas de agua pasaron a ser administrados por la corona de la Nueva España, cuya supuesta legalidad era el Fuero Real para territorios pertenecientes a la Corona de Castilla del año de 1265. Al respecto, tal legalidad quedaba fundada moral, filosófica y teológicamente en el Código de las Siete Partidas del año de 1263. Aunque, es preciso agregar que en los primeros años de la colonia la gestión del agua quedó plasmada en códigos y mapas,



como el de Santiago Aztatla, Oaxaca de 1578 (Figura 13), donde se muestra la distribución territorial de las actividades económicas en función del patrón natural de los principales ríos (Russo, 2007).

Figura 13  
**Santiago Aztatla, Oaxaca, 1578**



Fuente: Russo, 2007

Poco a poco el proceso colonizador de México reconfiguró el patrón de riego de la época prehispánica, los viejos apantles o acequias nahuas dejaron de llevar agua por las laderas de los cerros floridos (altepemes), en su lugar aparecieron nuevas acequias y acueductos de mampostería o de sillares. Hoy en día existen vestigios de los trece acueductos<sup>14</sup> más grandes que se irguieron en aquel siglo XVI: cinco están en la ciudad de México; dos en el estado de México; dos más en Puebla; Guanajuato, Oaxaca, Michoacán y Morelos albergan uno cada quien (Cuadro 1).

---

<sup>14</sup> Al final, en la sección de anexos ampliamos la lista a 41 acueductos y demás obras hidráulicas de la época del México colonial.

Tabla 1

ID	Nombre del acueducto	Estado	Inicio de construcción
1	Acueducto primitivo de Belén, de Chapultepec	DF	1381
2	Acueducto de Santa Fe	DF	1466
3	Acueducto de Churubusco	DF	1527
4	Acueducto de Acámbaro	Guanajuato	1527
5	Acueducto de Tlatelolco	DF	1528
6	Asequia del Convento de Cuilapan	Oaxaca	1530
7	Acueducto de Belén	DF	1540
8	Acueducto de Huejotzingo	Puebla	1544
9	Acueducto de Morelia	Michoacán	1549
10	Acueducto de Chiconcuac	Morelos	1550
11	Acueducto de Zempoala	Estado de México	1553
12	Acueducto de Tepuxaco (Tepojaco)	Estado de México	1575
13	Acueducto de Puebla	Puebla	1586

Fuente: Elaboración propia

Esta reconfiguración espacio temporal, en el sentido de espaciar de Heidegger<sup>15</sup> (2009), acarreó serios conflictos por el agua, puesto que la construcción del nuevo espacio ideado por el grupo colonizador requirió de la destrucción del espacio físico del grupo originario. Por lo que en la transición económica de un sistema a otro aún quedaba la duda sobre quién era el dueño del recurso, en este caso el agua. Por citar un ejemplo de esta gran problemática tenemos el caso del pueblo de Tulancingo, hoy perteneciente al estado de Hidalgo.

El amparo de los indios de Xaltepeque (Tulancingo) de 1539 es el litigio por agua más antiguo que conocemos, dicha problemática consistía en una demanda contra el alcalde de Tulancingo, por otorgar las aguas de Xaltepeque al Barrio de Zapotlán. El conflicto duró veinte años, cuando en 1558, la concesión de las aguas de Tulancingo quedó en posesión del pueblo de Xaltepeque (Vázquez, 1555; Velasco, 1558).

<sup>15</sup> el espaciar (producir espacio, hacer mundo), conforme a Heidegger es libre dominación de los lugares, de lugares de los que Dios o los dioses han huido (Heidegger, 2009).

Otro conflicto por el agua del siglo XVI involucra a la compañía de Jesús del colegio de Tepotzotlán (hoy estado de México), quien en calidad de propietaria del agua del río Tepotzotlán, hacia 1593 otorgaron el derecho al uso y aprovechamiento de dichas aguas a favor de los pueblos de indios<sup>16</sup>, mediante un convenio. Este es considerado por muchos como el documento más antiguo en torno a la gestión y distribución comunitaria del agua (Sánchez y Sandré, 2011).

En Apaseo (hoy Guanajuato), hacia 1602 se dio otro conflicto por el agua debido a la sesión de derechos y posesión del agua del río Apaseo a favor de la hacienda del Monte de Espejo y en perjuicio del pueblo náhuatl de Atlayahualco (que en nahua significa: junto a la laguna) y del pueblo otomí Andehe (que en lengua otomí significa: junto al agua). Cabe precisar que el espejo de la hacienda se refería a una laguna artificial de 3 km<sup>2</sup> de superficie. Al respecto, Francisco Pacheco Córdoba y Bocanegra no estaba de acuerdo en dicha medida, puesto que reclamaba el derecho a la mitad de las aguas del río para su familia (Ximenez, 1676), esto debido a que él se consideraba heredero legítimo de Nuño de Chávez Pacheco de Córdoba y Bocanegra, señor de Apaseo hacia 1560.

Otros conflictos por el agua que tuvieron lugar durante el siglo XVII, fueron protagonizados por compañías religiosas, como la de los padres franciscanos de Tacubaya, quienes hacia 1611 vendieron una merced de agua de Chapultepec (Anónimo, 1611); o por pueblos indígenas, como el de San Juan Teotihuacán que

---

<sup>16</sup> Este tipo de conflicto por el agua ocurrió a lo largo de todo el periodo colonial, por ejemplo, en 1797 la orden de los Carmelitas Descalzos trajo un litigio por el agua en San Luis Potosí (Anónimo b, 1797).

solicitaba hacia 1620 la revocación o gratificación por la merced del agua, del río San Juan Teotihuacán, a Diego García Flores (García, 1708).

Hacia finales del siglo XVII y comienzos del XVIII, a los conflictos por el agua entre naturales y criollos se les sumaron los pleitos por intestado, por ejemplo, se puede citar el caso de Joseph Fernández de Lara, y esposas, que como dueño de las haciendas de labor y riego de la provincia de Huejotzingo (hoy Puebla), tuvo que comprobar el derecho sobre las aguas del río Cacapulac o Pipinahuac ante Michaela María de Sandoval y Cavallero (Sandoval, Fernández, y Villalobos, 1713). También se puede citar el caso de Francisco López Medina, cuyos herederos decidieron ofertar y vender la hacienda de Ixtlahuaca (estado de México), junto con sus excelentes tierras de riego y de temporal, entre los vecinos y moradores de pueblo colindante de Tulancingo (Alemán, 1720).

Llama poderosamente la atención que, de forma independiente, durante el invierno de 1791-1792 en Tlaxcala los vecinos españoles llegaron a la conclusión de hacer algo con las inundaciones recurrentes del río Zahuapan sobre el centro de Tlaxcala, al tiempo que en Huamantla, las comunidades indígenas iniciaron una serie de obras para suministrar de agua a su pueblo. Como resultado de estas reuniones, se iniciaron dos proyectos independientes, los cuales fueron concebidos localmente y, lo que es más importante, financiados localmente. El trabajo sobre el río Zahuapan duró hasta 1802, y la obra de abastecimiento de agua en Huamantla continuó luego de 1810, debido a la revuelta del cura Hidalgo (Riley, 2002).

Al respecto, es preciso señalar que, poco a poco en la Nueva España, a los campesinos indígenas que se les llegó a suministrar agua de pozos u obras hidráulicas manufacturadas con tecnología española, se les aplicaba el cobro del vital líquido mediante el sistema de tiendas de raya, quizá por tal razón los “nahuas” de Huamantla, como hemos visto, decidieron trazar nuevos apantles. Hasta la fecha se desconoce el número real de inconformidades, lo único cierto es que, en dicho mundo, los rituales y el culto a Tláloc se sustituyeron por “festividades”, cuyo trasfondo geopolítico tenía que ver con trabajos de limpieza y desazolve de los *apicholli* o pozos (Broda y Báez, 2001).

Otra certeza que conocemos, gracias a ciertos análisis bibliométricos hechos sobre la base de fuentes documentales worldcat, es que las entradas o registros bibliográficos sobre el tema: conflictos por el agua en el México colonial son el punto central de 1539 a 1734, fecha en que la balanza se inclina por los registros bibliográficos sobre el tema de tecnología del agua de la época colonial. Destacando por su papel preponderante la agrimensura, la cosmografía, la geografía y la ingeniería civil sobre todo la abocada a la construcción de los acueductos y a la fabricación de bombas hidráulicas en Nueva España desde 1770.

Empero, este florecimiento hidro-tecnológico fue sólo un breve lapso del México colonial, pues como sabemos el desarrollo de Nueva España siempre se vio interrumpido por múltiples factores directos, tales como: la prohibición total del comercio entre Perú y México desde 1631, la expulsión de los jesuitas en 1767, la prohibición de la acumulación de capital financiero por medio de la usura en 1771,

las ocho ediciones del índice de libros prohibidos, cuyo último número apareció en 1790, o la prohibición para construir máquinas de agua de 1802, así como por factores indirectos, *v. g.*: el incendio de la Real Biblioteca del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial de 1671, entre otros problemas de orden pedagógico que sólo se pudieron resolver con una técnica de enseñanza-aprendizaje desarrollada en los seminarios de Orihuela de 1740 y Murcia en 1774 (Tovar, 2009a). También los terremotos del 15 de agosto de 1711, del 4 de abril de 1768, del 28 de marzo de 1787, y del 8 de marzo de 1800, de cierto modo mermaron el desarrollo hidrotecnológico del México colonial, por ejemplo, cabe recordar que el sismo de 1800 quebró al acueducto de Chapultepec. Sin embargo, pese a la cantidad de adversidades descritas, aun así, el número de acueductos y demás obras hidráulicas erguidos entre los siglos XVI y XVIII superó las cinco mil unidades (Secretaría de Economía, 1956).

Como vemos los actores sociales del último tercio del siglo XVIII, en su minoría sólo por medio de la tradición oral conocían el origen de los conflictos por el agua, puesto que la gran mayoría de los habitantes de este México colonial, daban por sentado que el agua era un bien intrínseco al acueducto o atarjea y que ésta era propiedad de determinada hacienda. A guisa de ejemplo citamos el caso documentado por Martín de Mayorga, quien afirma que, en 1782 en algunas jurisdicciones de la Nueva España, de manera ilegal, se usaban fierros para marcar presas de agua, baños, molinos de agua, y otras infraestructuras de naturaleza hidrológica (Mayorga, 1782).

#### **1.4 Las presas de mampostería y de sillar del siglo XIX**

Algunos autores comentan que el aliciente de la independencia de México fue una serie de sequías acaecidas hacia el final del siglo XVIII. Del mismo modo Contreras (2005), revisó y contrastó las sequías documentadas mediante métodos históricos y meteorológicos del siglo XIX, llegando a la conclusión de que en dicho siglo hubo cinco grandes episodios de sequía extrema, a saber: 1808-1811; 1868; 1877; 1884-85; y 1892-1896. Por lo tanto, a primera instancia, podemos afirmar que los conflictos por el agua se agudizaron durante este periodo, a causa de dos motivos. Por una parte, debido a la escasez natural que presentó el recurso agua a consecuencia de la falta de lluvias, y en segundo lugar debido al estado beligerante que vivió la nación mexicana a lo largo de todo el siglo XIX<sup>17</sup>. De hecho, por este último motivo en México no se pudo construir ninguna presa de mampostería o de sillar durante todo el siglo XIX, con excepción de la presa San José de San Luis Potosí, misma que tardó más de medio siglo en ser terminada, puesto que su diseño empezó en 1860, y fue concluida hasta 1907.

Pero también en retrospectiva, hoy podemos apreciar que la tecnología relacionada con la irrigación o la hidráulica respecto a la tecnología vinculada a lo ferroviario estuvo muy a la zaga durante el siglo XIX. Al respecto, hay que apuntalar que la patente por el cemento tipo portland, del señor Joseph Aspdin surgió en 1824, pero tuvo que esperar a la Gran Reforma Inglesa de 1832 para que pudiera engranar en la

---

<sup>17</sup> Recordemos que los principales conflictos armados en el México del XIX fueron: 1810-1821 guerra de independencia; 1829 intento de reconquista de España; 1836 independencia de Texas; 1838-39 guerra de los pasteles (Francia); 1846-1847 invasión norteamericana; 1858-61 guerras de reforma; 1862 invasión francesa; 1864-67 imperialismo de Maximiliano; 1871 rebelión de Porfirio Díaz en la Noria; 1876-1910 la paz porfiriana.

naciente empresa capitalista, sin embargo, la calidad de dicho material pétreo tuvo que esperar el perfeccionamiento químico de Louis Vicat y la demostración de sus propiedades arquitectónicas en 1855 con el puente del *Jardin Des Plantes*, en Grenoble, Francia. Fue hasta 1866 que la compañía prusiana de hormigón armado *Freytag und Heidschuch* posibilitó la creación de grandes obras hidráulicas. Por tanto, no es de extrañar que la primera presa de acero y hormigón armado se concluyó luego de 1882 en Wisconsin. Mientras en España hacia 1893 el tanque de Puigverd, en Lleida, fue la primera obra hidráulica hecha a base de hormigón armado de ese país.

En efecto, a nivel mundial, lo común dentro del siglo XIX fue la construcción de presas de arco a base de mampostería o sillería de granito, las más emblemáticas al respecto son: la Mir Alam Tank erguida por los británicos en la India en 1806; la Jones Falls hecha en Canadá en 1832; la primera Old Crotton de Nueva York que entro en operación en 1842; la gran Parramatta construida en Australia en 1856 (Figura 14). La presa baja de Asúan, Egipto de 1899, la bella presa de San José, México de 1906, la impresionante represa de Porogi de Rusia concluida en 1909, la bella obra de mampostería de Sengbach Alemania de 1909 y la gran represa de Udagawa que se inauguró en Japón en pleno 1910. El común denominador de ellas es que en promedio la construcción de estas colosales obras era de 10 años<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Esta perspectiva histórica mundial, en torno al desfase tecnológico entre los transportes y la hidráulica, se trae a colación debido a que muchos investigadores aluden un retraso endógeno del México decimonónico, para justificar un sinfín de hipótesis. Cuando en realidad, en cuestión de hidráulica, por todo el planeta como documentamos, dicho retraso era evidente. Cfr: Col, 1980: xx; Alfaro, 2013.



**Figura 14**

**Primeras presas colosales de mampostería y sillar 1806 - 1856.**



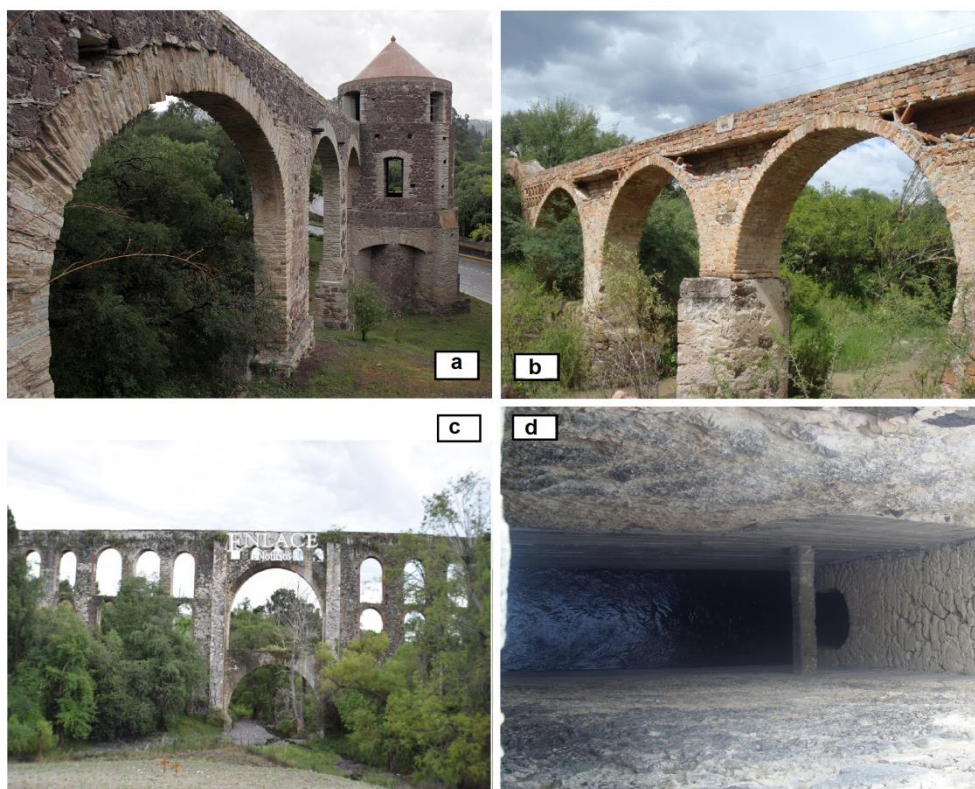
- a) Presa Mir Alam Tank, India concluida en 1806; b) presa Jones Falls, Canadá concluida en 1832 c) presa Old Croton de Nueva York, Estados Unidos de América 1842; y d) presa Parramatta, Australia en 1856.

En México, como se ha dicho durante el siglo XIX, se construyeron 222 pequeñas presas de mampostería (Arreguín, Murillo, y Marengo, 2013) y más de 500 acueductos. Algunos de los que se tienen noticias son: Acueducto Hacienda de la Noria Alta, Guanajuato; Acequia de Cedros (Mazapil), Zacatecas; Tunel Las Lumbreras (Rioverde), San Luis Potosí; Acueducto de la Hacienda de San Lucas Matlala, Huaquechula Puebla; Antiguo Acueducto (Calle Urdiñola, Saltillo), Coahuila; Acueducto de San José Mayorazgo, Puebla; Acueducto de La Libertad (Saltillo),

Coahuila; Acueducto Hacienda Agua Blanca, Zacatecas; Acueducto de la Hacienda de San Juan Bautista (Taxco), Guerrero; Acueducto del Racho de Apulco, Zacatecas; Acueducto de Atempan, Tlaxcala; Acueducto de San Luis de Custique (Lienzo charro), Zacatecas (Figura 15).

**Figura 15**

**Arquitectura de los acueductos mexicanos, siglo XIX.**



- a) Acueducto de la Noria Alta, Guanajuato construido en 1819; b) Acueducto de Agua Blanca, Zacatecas edificado en 1824; c) Acueducto de Matlala, Puebla en 1850; y d) Tunel Las Lumbreras (Rioverde), San Luis Potosí cavado en 1847.

Como podemos apreciar, el rezago en materia de ingeniería hidráulica, en su conjunto limitó el desarrollo hídrico del país y del mundo, y a la larga también generó exponencialmente más conflictos por el agua. Considérese el dilema mexicano: en un país con el 70% de su territorio en condiciones áridas, pero de manera concomitante con un 80% de terreno montañoso, y con sólo 5% de terreno fértil y apto para la agricultura, y con un nepotismo que tuvo al 90% (de los dos millones de km<sup>2</sup>) del territorio del México de finales del siglo XIX en manos de 100 personas, sólo fue cuestión de tiempo para que la recuperación de la curva demográfica produjera un sinfín de conflictos por el agua pero enmascarados o mal interpretados como conflictos agrarios, agrícolas, o de orden político sanitario.

Esta triada de rezagos (sequías, guerras y coyuntura tecnológica mundial y nacional), en parte explica por qué, todavía a lo largo del siglo XIX, los conventos religiosos como el de San Francisco y El Carmen de Toluca, asumieron el reto de aprovisionar y distribuir el agua en las principales ciudades del México independiente<sup>19</sup>, así como las acciones de los ayuntamientos, como el de Zacatecas, que recurrieron al asesoramiento y contratación de empresas privadas para lograr el suministro de agua a ciudades y villas (Alfaro, 2013), o como la ciudad de Querétaro que estaba ceñida al tradicional gremio<sup>20</sup> de aguadores.

Por lo que, como hemos mencionado, lo que desencadenó los conflictos por el agua en el México del siglo XIX fue el crecimiento poblacional acompañado de una mala

---

<sup>19</sup> Recuérdese que, en México, el sistema capitalista a lo largo del siglo XIX fue esencialmente una empresa familiar, más ligada a los negocios de la Hacienda que al negocio de los bienes comunes, agua y aire.

<sup>20</sup> Gremio. Conjunto de personas que tienen el mismo oficio o profesión.

planificación de la higiene fecal. En efecto, a mitad del siglo XIX, en distintas ciudades de México, corría la idea de que el agua corriente podría ser útil para sacar las inmundicias fecales de poblados y villas. Por lo que la fragilidad hídrica del país, ya comentada, se vio presionada al máximo límite posible tras la contaminación fecal de ríos y arroyos.

En este panorama de gran estrés hídrico, lo que detonó los conflictos por el agua, fue el renacido mito griego del “Suplicio de Tántalo”<sup>21</sup> embestido durante el siglo XIX de un cariz económico, científico, objetivo y natural. En efecto, a alguien, dos milenios después, se le volvió a ocurrir vender el agua a los pobres mortales. Esta idea, aunque fue claramente refutada en Aridoamérica, por ejemplo, el ayuntamiento de Zacatecas, rechazó todo contrato que fijara algún precio por el agua (Alfaro, *Op. Cit.*), poco a poco la baja disponibilidad de agua, sobre todo en la porción norte del país, hizo brotar al clientelismo<sup>22</sup> y al cinismo empresarial propio del capitalismo naciente.

En efecto, metafóricamente, la sed de unos hizo florecer a toda una flota de compañías privadas, para las cuales la rentabilidad estaba en el uso intensivo del recurso hídrico, así como en los derechos de propiedad de los ríos. Al respecto, recordemos el caso río Nazas: En 1885 la Compañía Agrícola del Tlahualilo solicitó al Gobierno de México la concesión de las aguas del río Nazas a través de la presa

---

<sup>21</sup> En la mitología clásica Tántalo por jactancioso recibió el castigo de estar rodeado de agua dulce, pero se le veía siempre sediento y no podía beber agua, pues cuantas veces intentaba beber, otras tantas desaparecía el vital líquido.

<sup>22</sup> Un ejemplo contundente de clientelismo hídrico fue el Sindicato de Ribereños Inferiores del Río Nazas, San Pedro de las Colonias, Coahuila. Agrupación, encabezada por Francisco I. Madero.

San Fernando. Para lograr dicha transacción, la secretaría de Fomento (porfirista) formó una “comisión de peritos” para determinar la viabilidad de la solicitud, ésta consideró una factibilidad positiva a favor de la Tlahualilo. A los tres años una ola de inconformidades terminó en un juicio en la ciudad de México. El fallo, luego de apoyarse en la Ley sobre Vías Generales de Comunicación de 1888<sup>23</sup>, resolvió que las concesiones tenían un carácter temporal y revocable. Este litigio dio origen a la Ley de Aguas de 1910, la cual establecía que todos los cuerpos de agua de jurisdicción federal eran propiedad de la nación (Romero, 2006).

Como vemos los actores sociales del siglo XIX, vivieron el inicio de la privatización capitalista, a escala familiar, del agua, dicho proceso en su gran mayoría se efectuó mediante la dotación de agua a nuevas haciendas mediante la construcción de pequeñas represas y acueductos. Nótese que la idea de que el agua era un bien intrínseco al acueducto de la hacienda seguía siendo el dogma del México independiente.

---

<sup>23</sup> Esta ley era una copia del esquema legal europeo sobre ríos y vías de comunicación, destinado a resolver los problemas derivados del uso de aguas para uso público y privado de los ríos.

## **1.5 Los grandes proyectos de irrigación e hidráulicos del siglo XX**

Como ilustra la historia, la Ley de Aguas de 1910, debido al movimiento revolucionario, tuvo problemas de operatividad para administrar los cuerpos hídricos pertenecientes a la federación, fue hasta la Reforma Agraria que iniciara el militar y presidente de México Álvaro Obregón en marzo de 1921, cuando se creó la denominada "Dirección de Irrigación" dentro del organigrama de la otrora Secretaría de Agricultura y Fomento (Flores, 1988: 183). Esa instancia fue el antecedente más inmediato de la Ley Sobre Irrigación con Aguas Federales y la creación de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) promulgada el 27 de enero de 1926 por el presidente Plutarco Elías Calles (CONAGUA, 2009: 53).

A tal Comisión Nacional de Irrigación le correspondió desarrollar la infraestructura hidráulica del México posrevolucionario, en ese sentido sus principales funciones eran las de dirigir, organizar y administrar las obras de hidrología que se implementaran en cuencas, cauces y álveos de las aguas nacionales. También estuvo facultada para otorgar concesiones, reconocimiento de derechos y autorizaciones para aprovechamiento de tales aguas nacionales, y en general, para dirimir todo conflicto relacionado con dichas aguas, además de todo lo referente a obras de captación y derivación, riego, desecación y mejoramiento de terrenos.

Después de un cuarto de siglo de régimen militar y político, la administración federal cambió hacia una cultura jurista legalista por lo que la Comisión Nacional de Irrigación adquirió mayores responsabilidades al ser transformada en 1946 por el

presidente Miguel Alemán Valdés a Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH). Dentro de los nuevos encargos dicha secretaria asumió la necesidad de velar por la conservación y óptimo aprovechamiento del vital líquido, puesto que desde ese tiempo se reconoció que el 79% del territorio nacional padece de escasez de agua (CONAGUA, 2009).

Además, esta política hidráulica de carácter centralizado instituyó varias docenas de distritos de riego agrícola, logrando un record de 190 unidades de riego a nivel nacional, más de 1000 pozos para usos agrícolas, así como la creación de las comisiones hidrológicas de los ríos Papaloapan, El Fuerte, Balsas, Grijalva, la Comisión Hidráulica de Aguas del Valle de México, y la Comisión especial para regular las inundaciones del Lago de Texcoco.

Durante sus 28 años de funcionamiento, los ingenieros de la Secretaría de Recursos Hidráulicos construyeron 81 presas de gran envergadura, tal como la Miguel Hidalgo (1956) en Sinaloa, la Falcón (1953) en la frontera con los Estados Unidos y sobre el Río Bravo, la de Malpaso (1964) en Chiapas, y la presa del Infiernillo (1963) entre Guerrero y Michoacán, así como una miríada de canales de riego.

Años después, debido a la petrolización de la economía mexicana el ímpetu de la Secretaría de Recursos Hidráulicos se vio seriamente afectado, al grado tal que en 1976 cambió su estructura política con la naciente Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Reflejo de este desatino fue la escasa construcción de sólo 19 grandes presas en los 18 años que estuvo en funcionamiento esta última

dependencia, que en principio estuvo encargada de continuar las obligaciones de sus predecesoras en torno al aprovechamiento y conservación del agua.

Sin embargo, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal de 1976 le exigía a la SARH organizar la producción agropecuaria e integrar programáticamente el riego y la tenencia de la tierra para optimizar la producción agropecuaria y forestal. Tal visión fue un intento malogrado de reunir, en una sola secretaría de Estado, las atribuciones conferidas por un lado a la Secretaría de Agricultura y Ganadería y por otro a la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

En el papel quedaron las funciones de organizar y dirigir los estudios, los trabajos y los servicios meteorológicos y climatológicos, puesto que nunca se creó el sistema meteorológico nacional, en su lugar con ayuda de los Aeropuertos y Servicios Auxiliares y de las principales universidades del país el Servicio Meteorológico Nacional logró constituir una red de 72 observatorios meteorológicos. En tanto que para vigilar el cumplimiento y aplicación de la Ley Federal de Aguas contaba con menos de 3,000 estaciones climatológicas para todo el país (densidad de 0.0015 estaciones climatológicas por kilómetro cuadrado). Como nos deja claro la historia, más bien la principal labor de la SARH fue reconocer derechos y otorgar concesiones, permisos y autorizaciones para el aprovechamiento de las aguas nacionales mediante la cooperación con la naciente Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial para generar energía hidroeléctrica.



Otro fracaso, de los más graves quizás, de la SARH lo tuvo en cuanto a la conservación ambiental de las corrientes, lagos o lagunas, y la protección y corrección torrencial, puesto que precisamente el último cuarto del siglo XX se caracterizó por marcar el inicio de la contaminación de las aguas nacionales, al grado tal que hoy en día ningún río está libre de polución, incluso en los cuerpos de agua interiores, y del altiplano han quedado como zonas muertas y desprovistas de ictiofauna. Irónicamente la SARH estuvo encargada de levantar y mantener actualizado el inventario de recursos naturales, específicamente de agua, suelo y cubierta vegetal, etcétera (Carrillo, 2011: 554-556).

Durante el sexenio del presidente Carlos Salinas la ineficiencia se transformó en verdaderas tácticas de *dumping* de estado caracterizadas por la eliminación consciente de los inventarios hidrológicos y la sustitución de la dirección de la política hídrica nacional por programas de subsidios a pequeños productores. De ese modo la organización de los recursos hídricos del país quedó en manos de las “fuerzas invisibles del mercado”. En otras palabras, los errores en materia de gestión hídrica de la SARH jamás se pudieron supervisar por el personal de su dependencia sucesora, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA), en la cual dejó de existir la administración sistemática de los recursos hidráulicos del país. Casualmente este fue el periodo en que las grandes empresas nacionales y trasnacionales adquirieron los derechos de presas y pozos profundos, lo que las catapultó en su producción, un caso emblemático es el de la empresa Maseca y la presa el Nogalito, en Cerralvo, Nuevo León. Esa y otras 39 grandes presas se

construyeron de 1994 al año 2000 para satisfacer la demanda de agua, ya no de los pobladores de la nación sino de los requerimientos de las empresas.

Ahora se comenta esa y otras problemáticas, como el caso de las relocalizaciones derivadas de las construcciones de las grandes presas y otras obras de infraestructura que se llevaron a cabo en México durante el siglo XX. Se hace con la intención de revelar la cara oscura, la historia negada de cierto proceder de la irrigación nacional cuyo desenlace, una serie de reordenamientos poblacionales forzados, al parecer aún no se han ponderado lo suficiente como para aprender del pasado y evitar la reiteración de sus dramáticas consecuencias.

Fue hasta el siglo XX que los desplazamientos poblacionales, derivados de la construcción de grandes embalses o de la realización de ambiciosas obras de infraestructura hidráulica, poco a poco se incrementaron, tanto en número de casos como en cantidad de personas desplazadas, para el caso de la República Mexicana el caso más antiguo del siglo XX es el del pueblo de Guerrero Viejo, del municipio de Nuevo Laredo, Tamaulipas, el cual fue evacuado e inundado completamente en la década de los años cuarenta debido a la construcción de la Presa Falcón (Figura 16).

Figura 16

**Ruinas de un pueblo desplazado debido a un embalse del siglo XX**



Restos del pueblo de Guerrero Viejo, Nuevo Laredo, Tamaulipas, El pueblo fronterizo se evacuó e inundó completamente en la década de los años cuarenta debido a la construcción de la Presa Falcón.

Otro caso sin documentar es la inundación del pueblo de Palote, municipio de León, Guanajuato, que junto con su hacienda fueron cubiertos por las aguas de la presa del mismo nombre, allá por el año de 1954. Cabe destacar que, actualmente, dicho embalse se constituye como la principal reserva de agua de la cuenca que alberga la ciudad de León, Guanajuato. De la medianía del siglo XX también se tiene noticia del pueblo de Santo Tomas, ubicado cerca del cauce del Río Tonto en San Miguel Soyaltepec, Oaxaca, y que fuera inundado tras la construcción de la cortina de la gran hidroeléctrica Miguel Alemán en 1959. Otros doce casos pueden consultarse en el anexo 3 de la presente tesis.

Los últimos conflictos por el agua en México que desencadenaron el desplazamiento de poblaciones enteras han involucrado a minorías indígenas, todos ellos tuvieron consecuencias lamentables, tanto social como ambientalmente hablando, por ejemplo, en el proyecto hidroeléctrico La Parota, ubicada en el estado de Guerrero, el desvío el cauce del río Papagayos (situado a 30 kilómetros de Acapulco), afectó directa e indirectamente a 15 ejidos (Dos Arroyos, Altos de Camarón, Agua de Perro, Sabinillas, Los huajes, Xolapa, Tierra Colorada, Omitlán, Michapa, Tepehuaje, La palma, El Zapote, San Juan del Reparo, Las mesas, Chacalapa), así como los bienes comunales de otros tantos ejidos (Agua Zarca de la Peña, Cacahuatpec, Dos Caminos, Chautipa), una propiedad privada (Manuel Andasol). Dicho proyecto fue promovido en el año 2001 por el gobierno del presidente Vicente Fox (2000-2006), al principio fue presentado como un punto estratégico dentro del entonces Plan Puebla Panamá, desatando desde ese momento una serie de confrontaciones entre instancias de gobierno y sociedad civil, a la fecha nunca se han resarcido las afectaciones sociales ni ambientales (Martínez, 2011).

Otro proyecto hidroeléctrico que produjo severos problemas socioambientales fue el Cajón en el Estado de Nayarit, puesto que para su construcción se necesitó la reubicación de 210 habitantes de la zona, los estudios previos permitieron identificar específicamente las viviendas que quedaron bajo las aguas del embalse. Sin embargo, se desató un conflicto por reposición de las tierras anegadas, lo que orilló a los pobladores de la comunidad de Cantiles a permanecer en terrenos aledaños. Otros 50 ejidatarios no aceptaron la reubicación dentro del municipio de la Yesca, Nayarit (Morales, 2006).

Por último, el más reciente conflicto por el agua, que involucró desplazamiento y despojo de recursos naturales, es el caso del Acueducto Independencia, esta obra forma parte de los mega-proyectos que en México se instrumentan para explotar los recursos de las últimas reservas naturales que se conservan en territorios indígenas, como el caso de los “indios” Yaquis, también auto identificados como Yoemes, quienes habitan al sur del estado de Sonora, entidad del noroeste mexicano. Cabe señalar que este grupo mantiene su identidad tras una larga historia de luchas armadas, a partir de las cuales consiguieron la restitución de su territorio en 1937 y el reconocimiento por parte del gobierno federal para reordenarlo de manera autónoma desde 1939.

Asimismo, en una resolución de 1940 se les restituyeron más de 485 mil hectáreas de propiedad comunal. Sin embargo, en esta década, con el proyecto “Acueducto Independencia” perteneciente al Programa Sonora Sistema Integral, que en el contexto del bicentenario de la Independencia de México representó, para el gobierno panista de la entidad, el marco ideal para crear obras de infraestructura que garantizaran su permanencia en el poder, y mediante un sistema de tuberías se trasvasó el agua de la presa Plutarco Elías Calles (El Novillo) hasta la cuenca del río Sonora, para el usufructo y aprovechamiento de los habitantes de Hermosillo, su ciudad capital. Pese a que el pueblo Yaqui denunció que la obra sería funesta para la tribu, pues eso significaría una reducción drástica del vital líquido en sus localidades, el proyecto fue concluido en 2013, al día de hoy, la voz del pueblo Yaqui ha sido silenciada por los medios de comunicación (Lerma, 2014).

Como vemos los actores sociales del siglo XX, vivieron el inicio de la nacionalización del agua, este hecho se dio mediante la Ley de Aguas Federales, la cual tuvo un periodo efectivo, como política hidráulica centralizada, de 1926 a 1976. Durante ese periodo se reconoció la vocación árida de la nación, con 80% del territorio considerado como semiárido. Los principales logros de esa política fue la división del país en 190 unidades de riego a nivel nacional, la perforación de más de 1000 pozos profundos para usos agrícolas, la edificación de 81 presas de gran envergadura. Sin embargo, a partir de 1977 las labores de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) se abandonaron, en su lugar surgieron una serie de prerrogativas jurídicas encaminadas a otorgar concesiones hidráulicas a particulares, ese fue el inicio del fracaso de la política hidráulica nacional. Al respecto otro fracaso, quizá hoy considerado como de los más graves cometidos por la SARH, fue la colusión para contaminar las aguas nacionales, este y otros errores administrativos se debieron a la eliminación consciente y sistemática de los inventarios hidrológicos por parte de dicha secretaria, cabe señalar tácitamente que casualmente ese fue el periodo en que las grandes empresas nacionales y trasnacionales adquirieron los derechos de presas y pozos profundos. Es decir, la crisis de la escasez del agua en México se gestó desde 1977.

## **CAPÍTULO 2**

### **ANÁLISIS ESPACIAL DEL POTENCIAL HÍDRICO DE NUEVO LEÓN**

Aunado a la escasa documentación relativa a las tecnologías hídras que en el pasado hicieron florecer a cientos de civilizaciones alrededor del mundo, también existe otro gran hueco de información relativo al conocimiento técnico que sobre el territorio, todo pueblo debe tener si desea ejercer un desarrollo local, endógeno y sustentable, puesto que sin esas dos bases prácticas (relato arquetípico fundacional e inventario de recursos estratégicos), los teóricos geopolíticos, sólo discutirán dentro de su propio campo lingüístico enésimas formas epistemológicas. Quedando pendientes los horizontes de referencia, los principios de orientación o los paradigmas civilizatorios que cada sociedad, en función de sus nichos ecológicos, puede desarrollar.

La ficción económica puede cosechar piñas en el ártico para que el gran capital acumule riqueza. Sin embargo, esa ficción cometería de forma concomitante un ecocidio y un etnocidio. Para que una comunidad ártica se desarrolle armónicamente, sin comprometer su entorno natural, debe saber cuáles fueron las técnicas que sus ancestros, por milenios, usaron para florecer en esa latitud. Además de conocer los límites o mecanismos de equilibrio de sus reservas naturales. A documentar las reservas hídras de parte del estado de Nuevo León va dirigido el siguiente apartado.

Como históricamente se sabe, el 80% del territorio nacional se constituye de un clima con tendencia hacia lo semiárido, cuyos regímenes pluviométricos han orillado a la construcción de presas, sin embargo, en el último siglo se ha dado una tendencia hacia la extracción de agua subterránea, aludiendo a que dicha agua es parte del ciclo hidrológico. Empero, el agua que tenemos en el subsuelo tiene la característica de que es un recurso relativamente renovable, puesto que tarda años en recuperarse por medio de la infiltración, mientras que en otros casos el almacenamiento de dicha agua subterránea data de un tiempo geológico, dígase de un tiempo milenario, por tal circunstancia se debe analizar dicha dinámica. En nuestro caso, dado que el estado de Nuevo León se asienta en una zona en donde la mayor parte de su territorio se encuentra en climas áridos, estudiar, estimar y cuidar las áreas en donde se encuentran dichas aguas subterráneas es una prioridad para subsistir en caso de que existan contingencias socioambientales que amenacen a la estabilidad social<sup>24</sup>.

## **2.1 Características fisiográficas de Nuevo León**

*Climas.* El estado de Nuevo León se encuentra ubicado en la porción noreste de la República Mexicana, es un estado que colinda al norte con el Río Bravo, al este con Tamaulipas, al sur con San Luis Potosí y al oeste con Coahuila, el estado está compuesto por 51 municipios, y una superficie de 64,210 Km<sup>2</sup> (INEGI, 2015). Esta entidad federativa se caracteriza por la abundancia de climas semisecos (semiáridos

---

<sup>24</sup> Recientemente, 5 millones de personas de la ciudad de México (y otros 2 millones del estado de México) se quedarán sin suministro de agua del 31 de octubre al 4 de noviembre de 2018, eso debido a obras de mantenimiento del sistema Cutzamala. La gravedad del problema estriba en que, si la coordinación de la obra falla, y se demora 5 días más de lo establecido, más de 1 millón de personas quedarán en situación de alta vulnerabilidad.



y áridos), aunque también cuenta con algunos climas templados. Sin embargo, dentro de la literatura científica no existe pleno conocimiento de la distribución y especificidades de tales climas, por tal motivo es necesario dar una breve descripción<sup>25</sup> al respecto, máxime si se está estudiando algún tema político vinculado con el abasto de agua.

*El clima árido BSo(h') (x')* es el que cubre la mayor extensión territorial del estado con 11,591 km<sup>2</sup>, abarca los municipios de Anáhuac, Lampazos de Naranjo, así como el norte de Parás y Vallecillo, más una pequeña porción del noreste de Sabinas Hidalgo. Otra franja de este clima cubre todo el municipio de Doctor Coss, el oeste de General Bravo y parte del norte de Los Aldama. La flora representativa de este clima son algunas especies de huizache, granjeno, tasajillo, nopal, mezquite, anacahuíta, matorral bajo, cenizo, arbustos, chaparral prieto, palma y pequeños fresnos<sup>26</sup>.

*El clima semiárido BS1(h')(x')* cubre 8,682 Km<sup>2</sup>, abarca los municipios de Agualeguas, General Treviño, Los Herreras, Melchor Ocampo, así como la zona sur de los municipios de Los Aldama, Vallecillo, Parás, Sabinas Hidalgo, el norte del municipio de China, otras pequeñas franjas se hayan al este de los municipios de Cerralvo, Los Ramones y al oeste de General Bravo. Su flora característica es

---

<sup>25</sup> En México, como en el resto de América Latina, la descripción del territorio suele verse como algo ridículo. Sin embargo, lo ridículo es ver como países de clima frío han fundado potentes ciencias como: la glaciología o la criogenia. En otras palabras, mientras no exista la “aridología” no se podrá hacer mucho por el empoderamiento de los recursos, pues nadie se empodera de lo que no conoce.

<sup>26</sup> Para conocer más sobre las potencialidades de cada clima que se describe hace falta conocer los hermanamientos medioambientales de las ciudades que se encuentran en tales circunstancias (tanto nacionales como internacionales, y contrastar las actividades económicas, principalmente las de corte agropecuario.

mezquite, huizache, encino, tasajillo, granjeno, nopal, fresno, ébano, pino, anacahuita, palmas, zacate y cenizo.

*El clima semiárido BS1(h´)w*, abarca una superficie de 8,229 Km<sup>2</sup>, se le encuentra al este del municipio de General Bravo y al sur de Cerralvo, también este tipo de clima se haya al este de Doctor González y en el centro de Agualeguas, así como en el sureste de Cadereyta de Jiménez, General Terán. En la mayoría del territorio de Linares, Montemorelos y sureste de China, centro oeste de Los Ramones y unas pequeñas zonas en Villaldama. La vegetación propia de este clima semiárido BS1(h´)w la constituyen pequeños árboles, arbustos, matorral, plantas, sabinos, flora desértica, mezquite, ébano, chaparro prieto, mezquite, matorral espinoso tamaulipeco, huizache, encinos, sauces, roble, matorral submontano, uña de gato, nopal, pitaya, granjeno, anacahuita, más especies comerciales del tipo de naranjales y aguacates.

*El clima árido Bo(x´)* se extiende por una superficie de alrededor de 7,116 km<sup>2</sup>, se encuentra en tres municipio, principalmente en la zona centro-oeste del municipio de Galeana a excepción de las partes altas de la cierra donde se ubicado el Cerro del Potosí, parte norte y centro de Doctor Arroyo, así como al oeste del municipio de Arambarri. La flora abarca una gama vegetativa que va de cedro, pinos, encinos, hoyameles, laureles, mezquite hasta la lechuguilla y nopal.

*El clima semiárido BS1hw* con una superficie de 1,300 km<sup>2</sup> se encuentra disperso en pequeñas áreas de varios municipios, por ejemplo lo ubicamos en el centro y sur de

Lampazos de Naranjo, norte y oeste de Sabinas Hidalgo, este y sur de Villaldama, oeste y sureste de Sabinas Hidalgo, al sur de Bustamante, este de Mina, norte de Salinas Victoria, oeste de Galeana y norte de Higuera. La flora distintiva de este clima es el álamo, y en menor medida: huizache, nogal, aguacate, pino, encino, oyamel, cedro, mezquite, palmas, anacahuita, chaparral prieto, caña de azúcar, carrizo, ébano y matorral, higuera, gobernadora, granjeno, y sabinos, más especies comerciales como: aguacate y limón.

*El clima seco semiárido BS1k (x')* con una superficie de 5,456 km<sup>2</sup> se ubica en el municipio de Galeana con una distribución en tres áreas: norte, oeste y este, también se localiza en una pequeña porción del oeste de Iturbide, así como al oriente del Rayones, al oriente de Aramberri, oriente de Zaragoza y una pequeña área al oriente del municipio de Doctor Arroyo. La flora de este clima seco semiárido va desde pinos, encinos, hoyameles, laureles, mezquites, hasta lechuguilla, nopal, cedro, huizache, bosque de fresno, nogal, manzano y chaparro.

*El clima muy árido BWhw* tiene una superficie de 3,085 km<sup>2</sup>, lo encontramos al oeste sobre una gran extensión del municipio de Mina, así como al centro y oeste del municipio de Villa de García. Su flora la constituyen el arbusto espinoso, los árboles bajos, algunas variedades de cactáceas, carrizo, ébano, mezquite, sobre las zonas más bajas hay caña de azúcar.

*El clima semiárido BS1h (x')* cubre la superficie de 2,958 km<sup>2</sup>, las siguientes áreas cuentan con dicho nicho ecológico, suroeste y oeste de Rayones, este de Galeana,

una franja norte y sur que pasa por el centro del municipio de Aramberri, al oeste de General Zaragoza, oeste y centro de Doctor Arroyo hasta llegar a una pequeña superficie al norte del municipio de Mier y Noriega. Su flora son pinos, encinos, hoyameles, laureles, mezquites, más: lechuguilla, nopal, cedro, huizache y chaparro.

*El clima árido BSohw* tiene una superficie de 2,535 km<sup>2</sup>, abarca los municipios de Bustamante, este de Villaldama, parte sur de Lampazos de Naranjo, región este de Mina, parte oeste de Sabinas Hidalgo, oeste de Cerralvo, norte de Higuera, centro y este de Salinas Victoria, centro de Hidalgo, parte norte de Abasolo, este de García, oeste del Carmen, norte del Ciénega de Flores. La Flora está constituida principalmente de anacahuita, palma, encino, guajillo, álamo, huizache, nogal, aguacate, cenizo, ébano, mezquite, matorral, plantas desérticas, granjeno, chaparro prieto, arbusto espinoso, árbol bajo, cactáceas, caña de azúcar, carrizo, gobernadora y sabino.

*El clima árido BS1kw* con una superficie de 938 km<sup>2</sup> se le puede hallar en el sureste de Lampazos de Naranjo, centro sur Sabinas Hidalgo, suroeste de Villaldama, noroeste de Salinas Victoria, este de Mina y oeste de Mier y Noriega. Flora representativa del clima árido BS1kw: mezquite, chaparro prieto, anacahuita, matorral, aguacate, nogal, higuera, limón, anacahuita, encino, granjeno y sobre los márgenes de ríos y arroyos hay presencia de sabinos.

Por último, dentro de los climas áridos que componen la superficie del estado está el *clima BSoh(x')* con una superficie de 796 km<sup>2</sup>, distribuida al sur de Iturbide, sobre

una franja central con dirección preferencial norte-sur en Aramberri y una pequeña superficie al norte de General Zaragoza. La flora típica de este nicho ecológico suele incluir pinos, encinos, hoyameles, laureles, mezquite, nopal, huizache, cedro, fresno, nogal y manzano comercial.

Como se puede apreciar el estado de Nuevo León cuenta con 11 climas semisecos, los cuales en conjunto suman alrededor de 50 mil km<sup>2</sup>, equivalente al 81% del total de la superficie estatal. Mientras que los climas templados, a pesar de ser varios, su superficie aproximada de 15 mil km<sup>2</sup> sólo representa el 19% del territorio del estado. Por lo que es de suma importancia conocer su distribución geográfica, para que de ese modo se conozcan las especificidades hídricas de estos últimos pulmones hídricos de Nuevo León.

*El clima templado (A)C(w2)* , dentro de los climas húmedos de Nuevo León, es el de mayor superficie pues cuenta con 4,719 km<sup>2</sup>, se encuentra presente en los siguientes municipios: Ciénega de Flores, General Zuazua, centro de Escobedo, sur de Marín, sur de Monterrey (región del Huajuco y Mederos), centro y este de Pesquería, suroeste de Los Rayones, centro este de Cadereyta de Jiménez, noreste y sureste de Montemorelos, suroeste de General Terán, así como norte, centro y sur de Linares. La vegetación característica de este clima es el granjeno, chaparro prieto, mezquite, sabinos, sauces, encinos, palmita, anacahuita, cenizo, huizache, roble, nopal, matorral submontano, pino, más algunas variedades de pequeños naranjales.

A mitad de la Sierra Madre Oriental y otras regiones se extiende un área de 2,860 km<sup>2</sup> de *clima templado (A)C(w1)*, en donde se asientan los municipios de Allende, Hualahuises. Dicho clima también se distribuye al sur del municipio de Benito Juárez, este de San Nicolás de Los Garza, este de San Pedro Garza García, sur de Monterrey, sureste de Santa Catarina, centro este de Santiago, suroeste de Cadereyta de Jiménez, norte, centro y sur de Montemorelos, centro oeste de Linares, sur de Iturbide, y noreste de Aramberri. La flora de dicho clima templado se compone básicamente de bosque mixto de pino-encino, hoyameles, laureles, árboles latifoliados, arbustos, pastizales, mezquite, acacia, yuca, cedros, pinos, fresnos, nogal, manzano, huizache, chaparro prieto, roble, matorral submontano, más una considerable variedad de plantas y árboles frutales.

*El clima templado (A)C(wo)* se encuentra presente en la mayor parte del área conurbada y zona metropolitana con un área de 1,835km<sup>2</sup>, corre desde el norte de Santiago, sur de Santa Catarina, centro de San Nicolás de los Garza, sur de Monterrey, sur de Escobedo, sur de Juárez, suroeste de Cadereyta de Jiménez, sur de General Terán, sureste de Allende, centro este de Montemorelos, más una pequeña porción al oeste de Hualahuises, oeste de Linares, norte de Higueras. Es importante reconocer que, debido al crecimiento de la mancha urbana, dicho clima en los últimos años ha migrado a una especie de clima artificial semiárido, puesto que la tremenda urbanización que sufre la zona metropolitana produce una isla de calor, la cual deshidrata año con año al confort bioclimático que caracteriza a este clima templado (A)C(wo). Es preciso señalar a la flora asociada a dicho clima (A)C(wo): sabinos, sauces, encino, anacahuita, ébano, mezquite, huizache, chaparro

prieto, roble, matorral submontano, más una variedad de plantas, naranjales y árboles frutales, puesto que la migración de especies es un claro indicador de la mutación climática que está sufriendo dicho territorio.

Luego, al sureste del estado se halla un *clima templado C(w1)* sobre una superficie de 1,254 km<sup>2</sup>. Concretamente se localiza en el municipio de General Zaragoza, oeste de Aramberri, oeste de Monterrey, oeste Doctor González, así como al suroeste de Santa Catarina y suroeste de Santiago. Tiene una flora mayoritariamente compuesta de matorral, mezquite, nopal, huizache, pinos, encinos y árboles frutales y plantas de ornato.

El *clima templado C(w2)* se encuentra presente sobre la medianía de la sierra de Rayones, abarca un área de 452 km<sup>2</sup>: y se distribuye por el norte de Rayones y por una pequeña área al este de General Zaragoza, así como por el extremo norte de Santiago. Este clima presenta una flora muy variada, síntoma de procesos antropogénicos de corte histórico, incluso se podría pensar en que dicha región en otrora tiempo tuvo un cambio de vegetación puesto que pese a ser un clima templado su principal vegetación la constituyen los mezquites, huizaches, y en sus partes altas pinos, encinos y chaparros.

El *clima templado C(wo)x'* con un área de 346 km<sup>2</sup>, se ubica muy puntualmente al noreste del municipio de Galeana, en gran parte de la sierra del Cerro del Potosí. Su flora no ha sido tan estudiada, por lo que sólo podemos referirnos a los pinos, encinos, hóyameles, cedros y mezquites. Otro clima que presenta una pequeña

manifestación territorial es el *clima templado C(w1)x'* con una superficie de 154 km<sup>2</sup>, la cual se presenta en su mayor parte sobre la Sierra Madre Oriental, parte sureste de Apodaca, centro este de Guadalupe, centro de Juárez, este de Monterrey, y sobre la sierra de San Pedro Garza García. La flora de este clima templado C(w1)x' suele estar compuesta de: mezquite, huizache, encino, pastizal, acacia, yuca, pino, nogal, aguacate, naranjero, limón, huizache, barreta, ébano y cenizo. Por último, con una superficie menos a 100 km<sup>2</sup> en la parte oeste de la sierra de Rayones existe el *clima C(wo)x'*, principalmente en la porción suroeste de Rayones, así como en el este de Galeana y norte de Iturbide. La flora de esta pequeña región climática está dada por: pino, encino, oyamel, cedro, mezquite, fresno, nogal, chaparro, huizache y manzano de poco valor comercial.

Se aprecia que el estado de Nuevo León cuenta con 8 climas templados, los cuales en conjunto suman más de 14 mil km<sup>2</sup>, equivalente al 19% del total de la superficie estatal. Cabe señalar que es en estos climas en donde el ciclo hidrológico puede trabajarse de forma anual, en tanto que en los climas semisecos el agua subterránea debe ser analizada desde otra perspectiva, para conocer su disponibilidad, sobre todo el caso de los acuíferos que abastecen a la AC y ZMM. Es decir, hoy en día existe mucha confusión en torno al origen del agua potable de la AC y ZMM, el grueso de la población, así como gobierno y empresas, desconocen el origen del agua potable que utilizan; en otros casos, cuando saben que el agua potable que utilizan procede del subsuelo, desconocen si esa agua procede del ciclo hidrológico natural o de un ciclo geohidrológico. Este punto es de capital importancia para la tesis, puesto que muchas empresas utilizan agua fósil, es decir, agua que se



encuentra en el subsuelo desde hace milenios. Este es un serio problema porque esa agua no debiera comercializarse como un recurso renovable, sino como un recurso no renovable.

## **2.2. Los acuíferos de Nuevo León**

En el estado de Nuevo León existen doce subcuencas hidrológicas, las cuales, pedagógicamente, se pueden agrupar en función de su tamaño en cuatro grupos: 1) subcuencas mayores; 2) subcuencas grandes; 3) subcuencas medias y; 4) subcuencas menores. El grupo 1 lo componen únicamente dos subcuencas: Río Bravo-río San Juan y Presa Falcón-Río Salado; el grupo 2, también lo componen dos subcuencas: Río San Fernando y Sierra Madre Oriental; al 3 lo integran cinco subcuencas: Río Bravo-río Sosa, Río Tamesí, Soto La Marina, Río Bravo-Nuevo Laredo y Río Bravo-Matamoros-Reynosa; finalmente el grupo 4 cuenta con tres subcuencas: Matehuala norte, Presa San José-Los Pilares y Matehuala sur (Contreras, 2007).

La subcuencas Río Bravo-Río San Juan, es una de las más importantes, dado que alberga 12 de los 29 acuíferos con los que cuenta el estado de Nuevo León. Por tamaño el campo Citrícola Norte ocupa 25% del total de la superficie de dicha subcuenca; les siguen los campos de El Carmen-Salinas-Victoria, Bajo Río Bravo (Tamaulipas), China-General Bravo, con una ocupación promedio en la subcuenca del 14% cada uno. Otros cinco campos o acuíferos, cada uno representa 4% del área total de la subcuenca, tales son: Campo Durazno, Campo Buenos Aires, Área

Metropolitana de Monterrey, Campo Mina y Paredón (Coahuila). Los tres primeros, pese a su pequeño tamaño, son de considerable importancia, ya que de ellos se abastece de agua la ciudad de Monterrey. Finalmente los acuíferos de Campo Jaritas y Cañón del Huajuco ocupan cada uno 2% de dicha superficie, en tanto que Campo Cerritos sólo se extiende por el 1% del total de la superficie de la subcuenca Río Bravo-Río San Juan, esta última estimada en 22,145 km<sup>2</sup> (DOF, 2015a; 2015b)

La subcuenca Presa Falcon-Río Salado, con un tamaño de 14,211 km<sup>2</sup>, es la tercera en cuanto a extensión, alberga dos acuíferos, comparte otros dos con el estado de Coahuila, y uno más con la subcuenca Río Bravo-Nuevo Laredo. Por tamaño el acuífero de Lampazos-Anáhuac, con 7,898 km<sup>2</sup> es el de mayor extensión (aunque es preciso remarcar que dicho acuífero comparte 22% con la micro cuenca de Nuevo Laredo), le sigue el campo de Sabinas-Paras con 5,196 km<sup>2</sup> (aunque del mismo modo, dicho acuífero comparte 40% con la micro cuenca de río Sosa), en tercer lugar está el campo de Lampazos-Villaldama con 2,275 km<sup>2</sup>, luego siguen los acuíferos interestatales: Castaños con 2,183 km<sup>2</sup> y el pequeño campo de Paredón con 918 km<sup>2</sup>.

La subcuenca Río San Fernando, ubicada al sureste de la entidad federativa, ocupa el cuarto lugar, dado que su superficie representa el 13% de la superficie estatal de Nuevo León. Tal subcuenca acoge a tres acuíferos, que en orden de prelación corresponden a: campo Citrícola sur, cuya área representa el 47% de la superficie de dicha subcuenca, con 45% le sigue el acuífero de Soto La Marina, por último el

campo de Méndez-San Fernando es un acuífero interestatal, que se comparte con el estado de Tamaulipas.

La Sierra Madre Oriental, es la quinta subcuenca más grande de Nuevo León, cuenta dentro de su demarcación con 3 acuíferos, y comparte otro más con la cuenca Matehuala norte. Con un tamaño de 8,779 Km<sup>2</sup>. Por tamaño el acuífero de Navidad – Potosí- Raíces, con 4,420 km<sup>2</sup> es el de mayor extensión, el siguiente es el campo Sandia-La Unión con 2,423 km<sup>2</sup>, le sigue el campo Santa Rita- Cruz de Elorza con 1,061 km<sup>2</sup>, y por último el campo Matehuala norte con 630km<sup>2</sup>. (Dicho acuífero comparte el 40% con la micro cuenca Matehuala norte).

Río Bravo–Río Sosa es otra pequeña subcuenca que se encuentra en el noreste del estado, abarca una superficie de 4,090 Km<sup>2</sup>, ocupa la sexta posición en cuanto a extensión de Nuevo, la subcuenca se encuentran entre dos acuíferos que en orden de prelación corresponden a; campo Agualeguas–Ramones en su totalidad (53%), le sigue el acuífero Sabinas–Parás con 47 % del área.

La Sierra Madre, con 3,010 km<sup>2</sup> de extensión, es la séptima subcuenca, cuenta dentro de su demarcación con 1 acuífero, comparte otros 2 más con la subcuenca Sierra Madre Oriental, y uno más de carácter trasfronterizo con el estado de San Luis Potosí. Por tamaño el acuífero de Sandia-La Unión, con 1,039 km<sup>2</sup> es el de mayor extensión, el siguiente es el campo de Doctor Arroyo con 864 Km<sup>2</sup>, le sigue el acuífero Santa Rita-Cruz de Elorza con una extensión de 567 Km<sup>2</sup>, finalmente dicha

subcuenca, en parte, alberca al campo Buenavista que se extiende hasta San Luis Potosí.

La subcuenca Río Bravo–Nuevo Laredo se ubica al noreste de la entidad federativa, ocupa el octavo lugar con un área  $2,009 \text{ km}^2$  equivalente al 3% del área estatal de Nuevo León, colinda con la subcuenca de Lampazos- Anáhuac, y alberga al acuífero homónimo: Lampazos- Anáhuac. Geopolíticamente, dado el parteaguas topográfico, el campo Lampazos- Anáhuac debería subdividirse en Lampazos- Anáhuac oeste y Lampazos- Anáhuac este.

El Río Bravo –Matamoros- Reynosa es la novena subcuenca en tamaño del estado de Nuevo León con un área de  $1,131 \text{ km}^2$  su campo freático corresponde a la parte baja de los acuíferos Méndez-San Fernando (82% o  $926 \text{ km}^2$ ) y Bajo Río Bravo (18% o  $204 \text{ km}^2$ ), ambos interestatales, pues se comparten con el estado de Tamaulipas. De manera similar, la pequeña subcuenca Río Tamesí, con una extensión de  $632 \text{ km}^2$ , comparte el área con el estado de Tamaulipas y representa la décima posición en cuanto a superficie, alberga a un solo acuífero interestatal, el Palmillas-Jaumave (Tamaulipas) con una superficie aproximada de  $880 \text{ km}^2$ .

La cuenca Matehuala norte y Matehuala sur, pertenecen al mismo sistema freático, pero jurídicamente se encuentran separadas por la subcuenca Sierra Madre Oriental. Para la Conagua, ambas ocupan la undécima posición. Ocupan un área estatal de  $810 \text{ km}^2$ , Matehuala norte con  $467 \text{ km}^2$  y Matehuala sur con  $343 \text{ km}^2$ . Por último, la subcuenca Presa San José-Los Pilares es la más sureña de todo el estado, ocupa la

décimo segunda posición con un área de 352 Km<sup>2</sup>. En su interior se localiza la subcuenca Matehuala- Huizache con un área 492 km<sup>2</sup>. Su campo es un acuífero interestatal que se comparte al sur poniente con el estado de San Luis Potosí, fuera de la subcuenca, el acuífero continúa hasta el estado de Tamaulipas.

Del recuento anterior se puede apreciar que la delimitación de los acuíferos de Nuevo León ha sido elaborada de forma arbitraria, en donde sólo los 12 acuíferos de la subcuenca Río Bravo-Río San Juan destacan en número, más no así el resto de los pocos acuíferos documentados que existen por subcuenca, lo que denota un empoderamiento monopólico del recurso hídrico por parte de los dueños de los territorios agrícolas del estado. Al respecto es pertinente buscar la manera de delimitar más acuíferos por cada subcuenca del estado, es decir, el reparto hídrico es una agenda pendiente del desarrollo sustentable.

### **2.3 Reservas de agua subterránea de Nuevo León**

El objetivo de este apartado es explorar la disponibilidad del agua subterránea del acuífero número 1908, Campo Mina, puesto que éste es el principal campo de abastecimiento de agua subterránea de la AC –ZMM, para ello fue necesario utilizar datos derivados de sensores remotos y sistemas de información geográfica para conocer la potencialidad del agua subterránea de la subcuenca Río Bravo-San Juan bajo contexto de cambio climático. Los datos de teledetección y sistemas de información geográfica se utilizaron para delimitar las zonas potenciales de agua subterránea en la sub-cuenca del Río Bravo. Varios mapas (es decir, mapa base o

topográfico, geológico, hidrogeomorfológico, estructural, disección del relieve, mapa de pendientes, y de agua subterránea) se procesaron utilizando datos de teledetección junto con otros mapas existentes. La disponibilidad de agua subterránea del acuífero se clasificó cualitativamente en diferentes clases (es decir, muy buena, buena, regular, mala y nula) en función de sus condiciones hidrogeomorfológicas. El mapa de disponibilidad del agua subterránea del campo Mina, Nuevo León, se elaboró considerando los máximos y mínimos de precipitación así como la clasificación climática de Köppen pero modificada por García (2004) y ajustada para las condiciones del noreste de México. Las cuñas sedimentarias del aluvión cuaternario (acuífero libre), los piedemonte de caliza con lutita así como las colinas de caliza fueron delineadas con éxito para mostrar la potencialidad de agua subterránea de cada formación<sup>27</sup>.

El agua subterránea es una forma de agua que ocupa todos los espacios vacíos dentro de un estrato geológico. Las formaciones geológicas que contienen agua en la corteza terrestre actúan como vasos comunicantes o como depósitos para almacenar el agua. La presencia de agua subterránea en una formación geológica y las posibilidades de su explotación dependen principalmente de la porosidad de la formación. En presencia de fracturas interconectadas, grietas, juntas, cavidades de

---

<sup>27</sup> El agua subterránea es aquella que ocupa todos los espacios vacíos dentro de un estrato geológico (Kasenow, 2001: 27), es el agua que se encuentra debajo del nivel freático en suelos y formaciones geológicas (Arizabalo y Díaz, 1991). Las formaciones geológicas que contienen agua en la corteza terrestre actúan como vasos comunicantes o como depósitos para almacenar el agua. La presencia de agua subterránea en una formación geológica y las posibilidades de su explotación dependen principalmente de la porosidad de la formación. En presencia de fracturas interconectadas, grietas, juntas, cavidades de solución o zonas trituradas (por ejemplo, zonas de cizallamiento como el graben de Acambay en el estado de México), el agua de lluvia puede filtrarse fácilmente a través de ellas y sumarse al agua subterránea. Por lo que para estimar zonas potenciales de agua subterránea es necesario realizar estudios sobre el terreno.

solución o zonas trituradas (por ejemplo, zonas de cizallamiento como el graben de Acambay en el estado de México), el agua de lluvia puede filtrarse fácilmente a través de ellas y sumarse al agua subterránea. Por lo que los métodos convencionales usados para estimar zonas potenciales de agua subterránea se basan principalmente en estudios sobre el terreno.

Sin embargo, con el advenimiento de la teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG), el mapeo de zonas de potencial de agua subterránea en determinada unidad geológica se ha convertido en un procedimiento más preciso (Maidment, 2002). Las condiciones del agua subterránea varían significativamente en función de la pendiente, la profundidad, la erosión, la presencia de fracturas, la presencia de cuerpos de agua, canales o campos irrigados, etcétera. Estos y otros factores pueden ser interpretados o analizados a través de un SIG utilizando datos de teledetección. Fan, Li y Miguez-Macho (2013) mediante el uso de imágenes geocodificadas, procedentes de sensores satelitales, ha creado un mapa global hidro-geomorfológico para estimar en términos cuantitativos el nivel freático de las zonas con potencial de agua subterránea a nivel mundial.

Minor, Carter, Chesley, Knowles, & Gustafsson (1994) desarrollaron una estrategia de interpretación integrada para identificar y tipificar los lugares y su tipo de agua subterránea en Ghana utilizando un SIG. Gustafsson (1993) ha utilizado los SIG en el análisis de datos derivados de imágenes Spot para mapear el potencial de las aguas subterráneas. Para evaluar la disponibilidad de agua subterránea en el distrito noroeste de Florida, Richards, Roaza, & Pratt (1996) se apoyaron de un SIG, de ese

modo lograron realizar un análisis espacial de los datos. Krishnamurthy, Venkatesa, Jayaraman & Manivel (1996) ha desarrollado un SIG para modelar y delimitar zonas potenciales para extraer agua subterránea de la cuenca de Marvdaiyar, Tamil Nadu, India, mediante la integración de diferentes mapas o capas temáticas derivadas de datos de teledetección. La verificación en campo de este modelo confirmó la eficacia de los SIG para delimitar el potencial y las reservas de agua subterránea. La aplicación de SIG para conocer la disponibilidad de agua subterránea también ha sido realizada por Teeuw (1995), y Sander (1997).

Un modelo geohidrológico fue desarrollado por Das, Behera, Kar, Narendra, & Guha (1997), para deducir lógicamente las zonas con alta probabilidad de albergar agua subterránea cerca del río Sali, distrito de Bankura, Bengala Occidental, India. En este caso, el análisis se pudo realizar gracias al empleo eficiente de capas temáticas (tal como: la geología, la geomorfología, la densidad de drenaje, la pendiente, así como los mapas de uso de la tierra y cobertura del suelo) que fueron procesadas mediante la aplicación de herramientas de análisis territorial incluidas en software libres como: GvSIG, QuikGrid, y otros softwares de patente como Surfer 10, 3D Route Builder. Es preciso señalar que a través de la teledetección es posible conocer el estado geohidrológico en que se encuentran las aguas subterráneas, por lo que se puede inducir o planificar la recarga artificial de estructuras geológicas, tales como: tanques de percolación, diques de contención. Por ejemplo, para el caso de la subcuenca del Río Bravo-San Juan, se intenta ubicar con precisión en cuales zonas de la cuenca alta, la infiltración es más eficaz para la recarga de las aguas subterráneas, con miras a optimizar la administración del vital líquido, puesto que actualmente mientras



el agua del campo Mina, contribuye al desarrollo de la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, los habitantes del municipio de Mina sufren de pobreza hídrica.

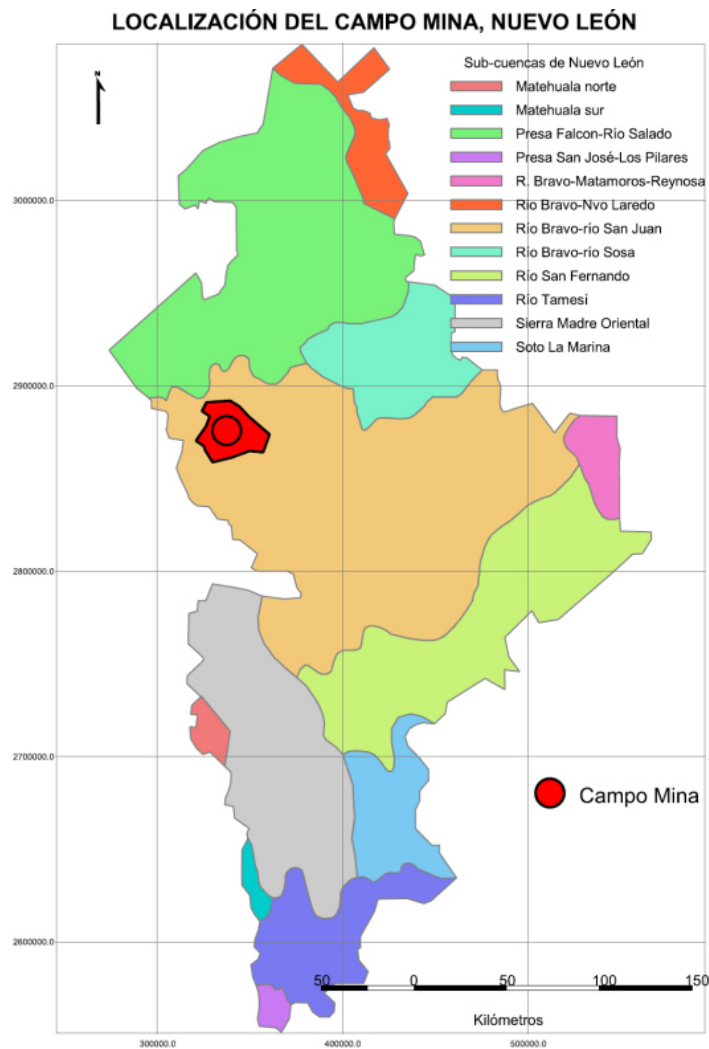
### ***Descripción del área de estudio***

El acuífero número 1908, denominado Campo Mina, del estado de Nuevo León, México es el más importante centro de abasto de agua subterránea de la ciudad de Monterrey. Ahora bien, considerando el rápido crecimiento la población y el aumento de la urbanización, y en consecuencia, el aumento de la demanda de agua en las zonas conurbadas e industriales es de capital importancia conocer a detalle su geo-hidrología.

Pese a que existe una creciente conciencia de la necesidad de cuidar los recursos hídricos para mantener el requerido equilibrio medioambiental, todavía se desconoce la alta interdependencia entre los usuarios del agua y la disponibilidad de dicho líquido en el subsuelo, debido a que sólo se conoce a nivel esquemático el movimiento del agua subterránea dentro del ciclo hidrológico de Nuevo León.

En el extremo sureste de la cuenca del Río Bravo, se encuentra la subcuenca Río Bravo-San Juan, en la parte norte de esta subcuenca se localiza la micro-cuenca del río El Potrero, que es la zona de extracción del campo Mina. Topográficamente está situado a unos 36 km al noroeste de la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México. La parte alta de la cuenca del río El Potrero se consideró para el estudio del campo Mina (Figura. 17).

Figura 17.  
**Mapa de localización de campo Mina, Nuevo León.**



Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2001.

La zona de estudio se encuentra entre las longitudes de los 100° 24'O a los 100° 48'O y entre las latitudes de los 25° 50'N a los 26°08'N. La poligonal considerada tiene una superficie aproximada de 835 km<sup>2</sup>. Asimismo, esta subcuenca no cuenta con embalses. La subcuenca del Río Bravo-San Juan, a la altura del municipio de Mina tiene una altitud media de 600 msnm, ésta gradualmente decrece hacia el este

hasta 90 msnm a su salida del Estado por el municipio de Los Aldamas. La parte alta de la micro-cuenca del río El Potrero presenta seis tipos de climas semi-áridos, todos con ligeras precipitaciones durante la temporada de lluvias, de junio a octubre, con un promedio total de 680 mm por año.

La red fluvial de la subcuenca Río Bravo-San Juan, en su porción occidental tiene una densidad de drenaje de 6 km/km<sup>2</sup>, mientras que en su porción oriental la densidad de la disección disminuye a 4 km/km<sup>2</sup>. Sus tres ríos principales son el río Salinas, el río Pesquería y el río San Juan. El río Salinas se origina al suroeste del ejido El Jaralito, municipio de General Cepeda, Estado de Coahuila, y se une al río Pesquería en la frontera occidental del municipio de Marín, Nuevo León. El río Pesquería se origina en las colinas del este del pueblo Chupaderos del Indio, municipio de García, Nuevo León, y se une al río San Juan cerca del pueblo de Doctor Coss, aguas abajo de la presa El Cuchillo. El río San Juan nace cerca del poblado Laguna de Sánchez, municipio de Santiago, Nuevo León. En la subcuenca río Bravo-San Juan el riego todavía se realiza con agua de escorrentía, sin embargo, esta actividad, debido a la expansión de la frontera agrícola, poco a poco está haciendo uso del agua subterránea, sobre todo durante la temporada de estiaje.

La subcuenca del río San Juan se compone principalmente de conglomerados, arenisca con conglomerado y areniscas de edad terciaria (43%). En la parte suroccidental de la subcuenca (cretáceo inferior) se encuentran una serie de rocas calizas y calizas con lutitas (25%). El resto de la subcuenca está ocupada por el

aluvión cuaternario, cuyos espesores van de 300 a 600 metros de profundidad (Figura 22).

En términos agrícolas, en la parte noroccidental de la subcuenca del río San Juan, los principales cultivos, en orden de prelación son: maíz, frijol, cebada, trigo, caña de azúcar, sorgo y avena. En la parte nororiental se cultiva maíz, sorgo, trigo, frijol, avena, melón, naranjas y nogales. Mientras que en la porción sur de dicha subcuenca se producen: caña de azúcar, durazno, frijol, nogal, papa, trigo y naranjas. De los cuales el frijol, el maíz y el durazno utilizan agua de temporal; el trigo y la avena requieren tanto agua de temporal como agua subterránea, en tanto que la cebada, el sorgo y los nogales son los principales cultivos comerciales que se riegan utilizando agua de pozo a pesar de que su huella hídrica es de las más elevadas.

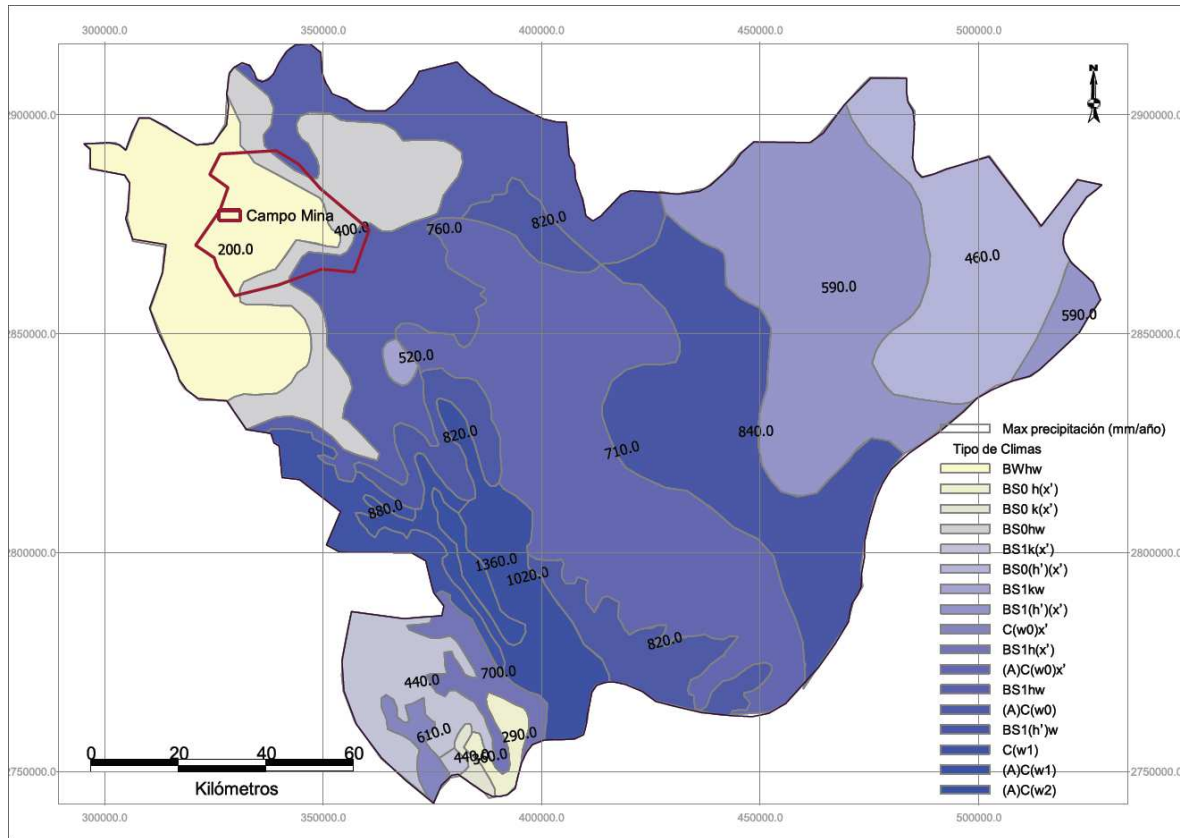
La subcuenca del río Bravo-San Juan, conforme a la clasificación climática de García (2004) tiene 4 climas tropicales, 2 climas templados y 11 climas áridos. El clima (A)C(w0)x' cubre aproximadamente 4,000 km<sup>2</sup> (la mayor parte) del centro de dicha subcuenca. Sin embargo dado que su precipitación cae en terrenos que están 370 metros por debajo del campo Mina, dicha precipitación, por abundante que sea no contribuye a la recarga del acuífero bajo estudio (el mismo caso existe entre los climas secos del oriente de la subcuenca: BS1(h')w; BS1(h')(x') y BS0(h')(x'). Por otra parte, el clima (A)C(w1) cubre aproximadamente 1,100 km<sup>2</sup>. La mayor parte de su precipitación (1020 mm/año) escurre hacia el oriente de la subcuenca, sin embargo, el agua de infiltración discurre en dirección nor-noroeste hacia la zona

donde se encuentra el campo Mina. Esto es debido a la dirección preferencial del fallamiento geológico de la Curvatura de Monterrey. Esta misma situación puede experimentar el agua de infiltración de los clima C(w1) y (A)C(w2) cuya máxima precipitación llega a ser de 880 y 1360 mm anuales respectivamente.

Por lo que estrictamente en términos climatológicos, la recarga del campo Mina, dentro del territorio de Nuevo León, sólo proviene de tres climas secos, a saber: BWhw cuya extensión dentro de la subcuenca es de 2,100 km<sup>2</sup> y cuya máxima precipitación es de 200 mm/año; BS1hw cuya extensión es de 2,700 km<sup>2</sup> y una máxima precipitación de 760 mm/año; y BS0hw con una extensión de 1,400 km<sup>2</sup> y una precipitación de 400 mm/año (Figura 18).

Para complementar, se sabe que las pequeñas bombas de agua manuales (grifos) y norias tradicionales en los últimos 40 años han sido sustituidas por molinos de viento o por bombas eléctricas para extraer el agua freática del campo Mina. Hoy en día los molinos de viento tienen una altura promedio de 10 m., y un rendimiento promedio de 20 a 30 m<sup>3</sup>/día., y sus pozos de extracción tienen una profundidad de 40 a 80 m. Las bombas eléctricas de 15 HP operan a una profundidad límite de 50 m., y tienen un rendimiento de 100 a 300 m<sup>3</sup>/día. El manejo de este caudal de aguas de extracción es ministrado a través de tanques de 10 m<sup>3</sup>, diques y canales agrícolas. Por tal motivo, en la última década, la extracción del agua freática del campo Mina ha aumentado quinientos por ciento (caso de pozos no regulados o clandestinos).

Figura 18  
Climatología de la sub-subcuenca río Bravo - San Juan.



Fuente: elaboración propia con base en García, 2004.

Los datos utilizados en el estudio se trabajan con percepción remota y varios sistemas de información geográfica. Por ejemplo, la topografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015), fue completada con datos provenientes de Google Earth con la intención de crear un modelo digital de elevación (MDE). La cartografía temática fue compilada de distintas fuentes nacionales e internacionales, cuyas escalas oscilaron de 1: 2,000,000 (mapas de climatología) a 1: 250,000 (mapas de geología), etcétera.

Para elaborar el modelo digital de elevación y fusionarlo con el modelo tridimensional de potencial de agua subterránea (Figura 19) se procede de la forma siguiente: primero se recopilaban los distintos conjuntos de datos vectoriales topográficos de las 95 cartas, escala a 1: 50,000 (INEGI, 2015), que se requieren para cubrir el estado de Nuevo León, luego tales datos se mapearon en GvSIG en un sólo layer o capa, después se les cambio el formato, de .shp a .dbf para su modelación en el software Surffer 10.

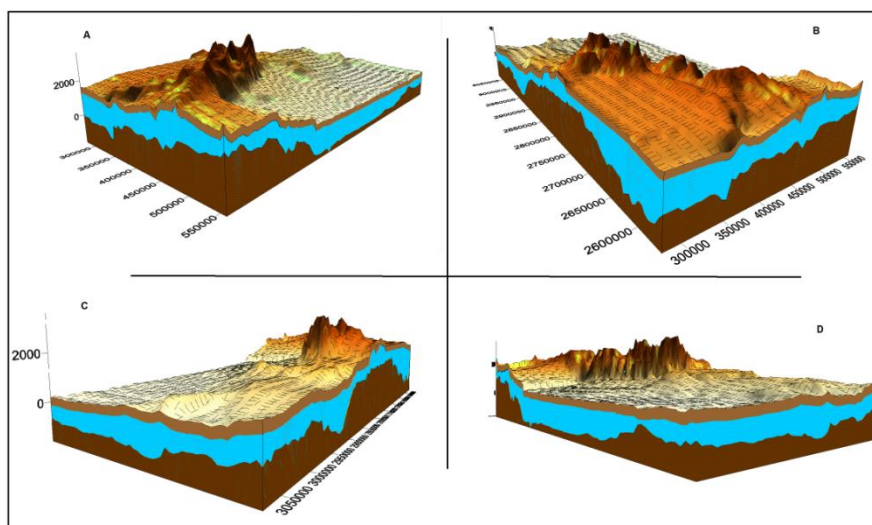
Para modelar el límite superior (nivel freático) de la zona con mayor potencial de albergar agua subterránea recurrimos al mapa de Fan, *et al.* (2013), Dicho mapa de nivel freático se pasó de formato raster a formato vectorial para posteriormente emularlo a formato .dbf; para modelar el límite inferior de la zona con mayor potencial de albergar agua subterránea recurrimos al mapa de distribución de las ondas S de Montalvo, Ramos, Navarro, y Ramírez (2011), también este mapa se pasó de formato raster a formato vectorial para posteriormente convertirlo a formato .dbf. La precisión horizontal y vertical de los datos conjugados es de 50 metros en promedio.

La creciente disponibilidad de datos de corte geofísico y geológico vinculados a la hidrogeología, derivados de distintas técnicas, tales como: interferómetro, georadar, lidar, ecosonda, resonancia, ortofotodron, espectroscopia de rayos gamma, imágenes satelitales, etcétera, ofrece nuevas posibilidades a las ciencias de la Tierra para profundizar en el análisis de las características cuantitativas y cualitativas del

interior de la Tierra. En ese sentido un MDE proporciona una ágil y básica representación espacial de distintos fenómenos geológicos e hidrológicos vinculados en este caso con la disponibilidad de agua subterránea en una subcuenca en particular.

Figura 19

**Modelo digital del terreno y de la potencialidad de agua subterránea del estado de Nuevo León.**



a) Vista desde el SE; b) vista desde el SW; c) vista desde el NO; d) vista desde el NE.

Fuente: elaboración propia con base en Montalvo, Ramos, Navarro, et al., 2011; INEGI, 2011; Fan, Li, y Miguez-Macho, 2013.

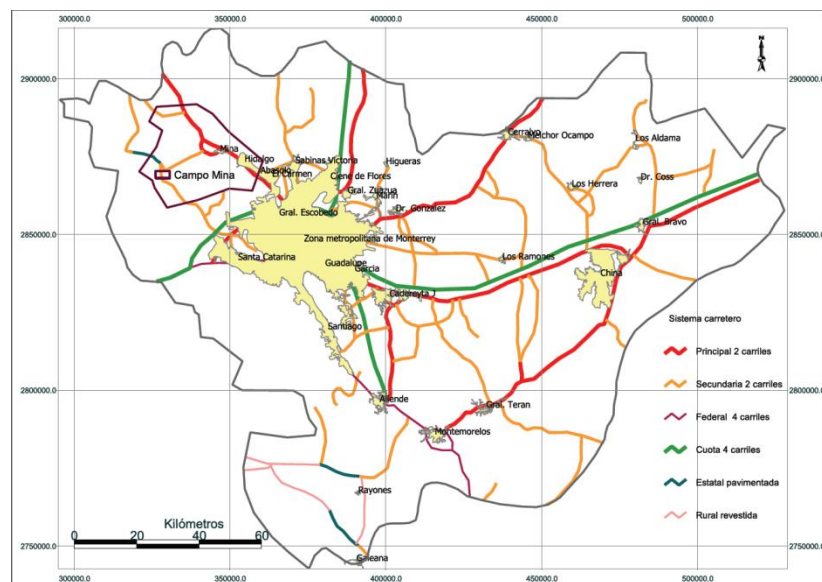
Con el fin de delimitar las zonas con mayor potencial de agua subterránea del campo Mina, como se ha dicho, se preparan diferentes mapas temáticos a partir de datos de teledetección, mapas topográficos y geológicos. El mapa resultante o mapa síntesis se derivó de la conjugación de varios mapas preexistentes. Los mapas previos a la preparación del mapa de potencial de agua subterránea de la subcuenca río Bravo-San Juan fueron los siguientes:



### Mapa topográfico

El mapa base fue confeccionado en el software libre GvSIG. Dicho mapa (Figura 20) contiene representados con los símbolos apropiados los detalles siguientes: ríos, cuerpos de agua (tanto perennes y efímeros), caminos, manchas urbanas, así como límites territoriales.

Figura 20  
**Mapa topográfico de la subcuenca río Bravo-San Juan**



Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2011.

Es importante tener en cuenta que la disponibilidad de agua potable es un gran problema para todas las localidades de la subcuenca del río Bravo - San Juan, empero tal circunstancia se agudiza en la zona metropolitana de Monterrey, puesto que su agua potable tiene que ser transportada desde cientos de kilómetros, peor aún, el patrón y la conectividad de las carreteras y vías férreas (herencia de la economía de hace más de un siglo) dificulta la planificación a escala regional, pues

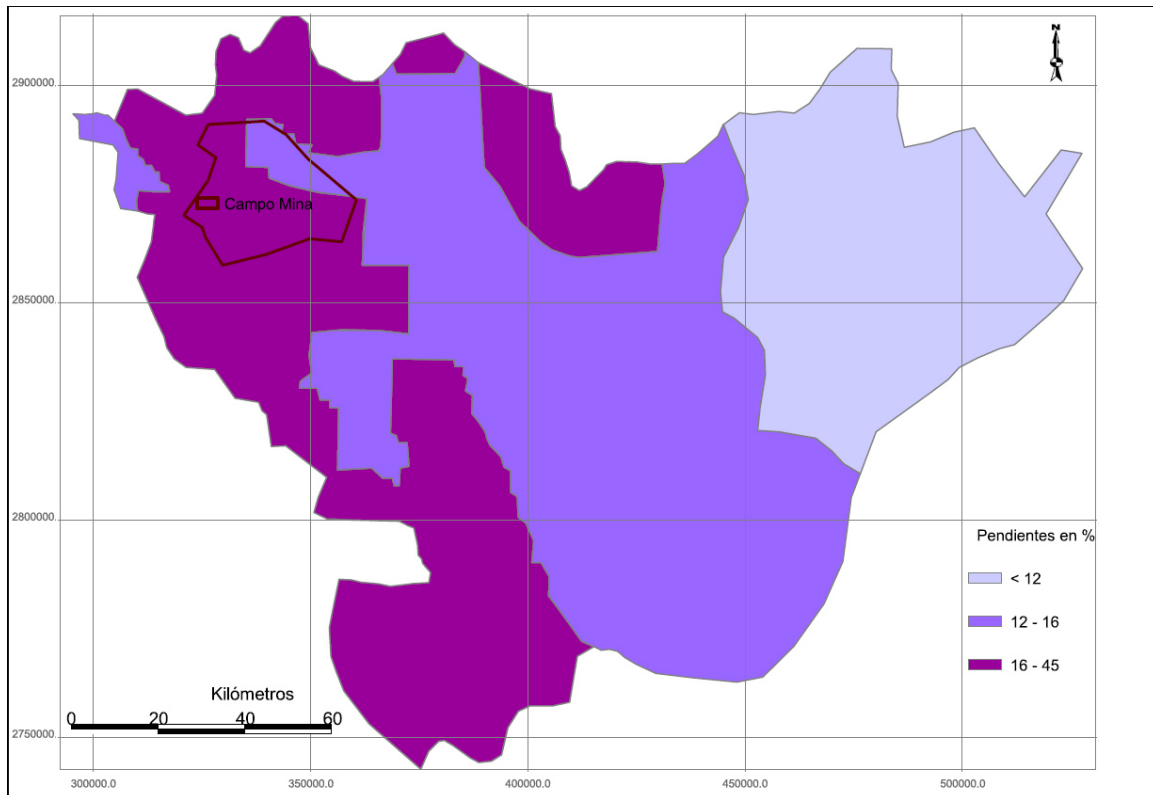
lugares dispuestos bajo acuíferos o dentro de la zona de influencia de algún cuerpo de agua (presas), viven con niveles de desarrollo cercanos a la línea de pobreza, al tiempo que el vital líquido se traslada a la gran capital.

### *Mapa de pendientes*

El mapa de drenaje que se expone es un extracto del mapa de pendientes de (Lugo-Hubp, Aceves y Córdova, 1991), La cuadrícula resultante (clasificada en tres categorías) señala la dirección del flujo de agua superficial. Una trama de la dirección del flujo se muestra en la (Figura 21), dicho patrón indica el comportamiento del flujo de agua a través de la subcuenca del río Bravo - San Juan.

En este caso la dirección preferencial del flujo corre de las pendientes más pronunciadas hacia las más suaves en sentido oeste a este, por tal razón el río Salinas se une al río Pesquería cerca de la frontera occidental del municipio de Marín, Nuevo León, de allí tal río recorre 60 km para llegar a la presa el Cuchillo, pasando la frontera estatal. Quiere decir que, en función del relieve, la porción oriental de la subcuenca del río Bravo San Juan presenta las mejores condiciones para la recarga de agua de los acuíferos: Agualeguas-Ramones; China-General Bravo; y Campo Papagayos.

Figura 21  
**Mapa de pendientes de la subcuenca río Bravo-San Juan**

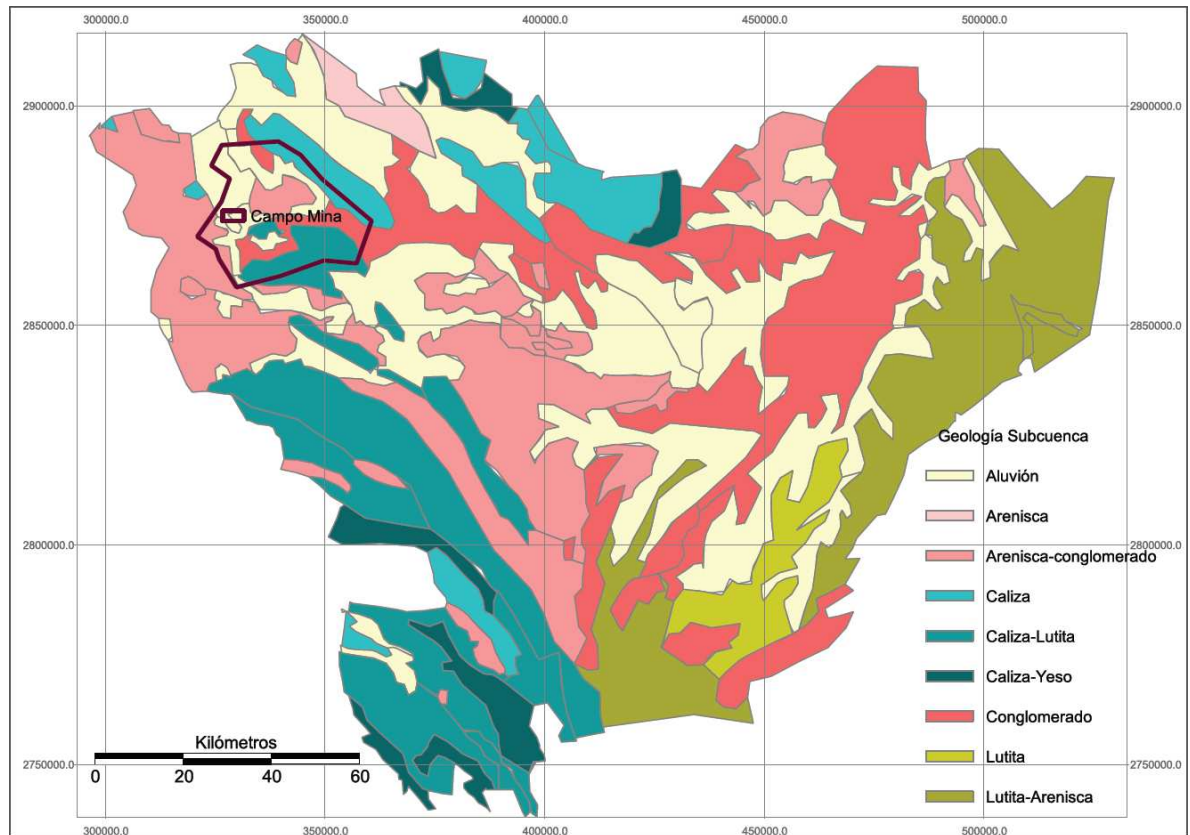


Fuente: elaboración propia con base en Lugo-Hubp, Aceves y Córdoba, 1991.

### *Mapa litológico con estructural geológica*

El mapa geológico se preparó mediante la digitalización de cada unidad litológica o tipo de roca en la paquetería del software GvSIG. El mapa de geología de la zona de estudio es un compilado de los distintos estudios geológicos que durante el siglo XX se han realizado en Nuevo León, principalmente desde Mullerried (1946) hasta Montalvo (*Op. Cit.* 2011). De tal modo que cada unidad litológica se clasificó con base en una leyenda geológica general (Figura 22).

Figura 22  
Mapa geológico de la subcuenca río Bravo-San Juan



Fuente: elaboración propia con base en Müllerried, 1946; Montalvo, Ramos, Navarro, et al., 2011.

La importancia del mapa litológico radica que en función de la roca madre, se puede inferir la granulometría del tipo de suelo, *ergo*, también las velocidades de infiltración horizontal y vertical se pueden inferir mediante la curva granulométrica de Breddin. En ese sentido la capacidad de infiltración, durante la temporada de lluvias, dados los materiales de la subcuenca del río Bravo San Juan presenta una media de 18 metros por día.

### *Mapa geomorfológico.*

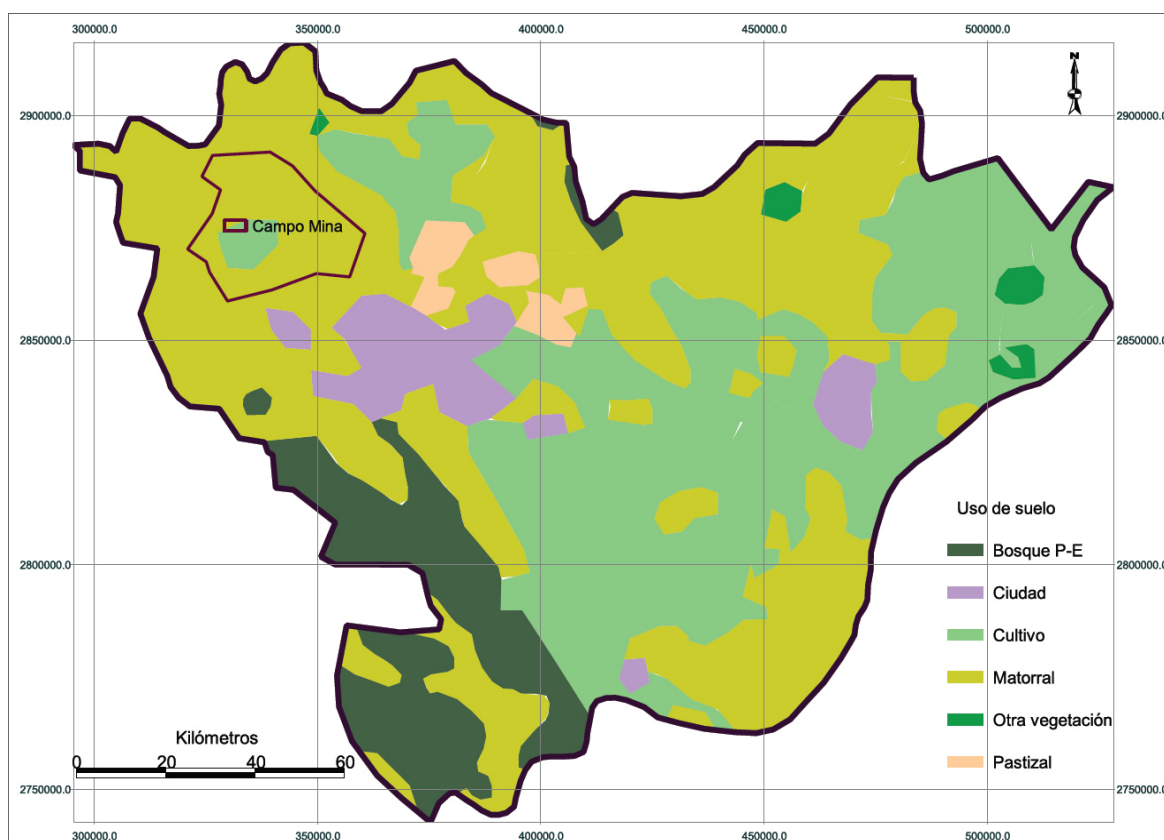
Las diferentes unidades geomorfológicas se asignaron sobre la base de las características del relieve, extensión, profundidad de la disección, espesor de la deposición, etc. La génesis de las formas de relieve, la naturaleza de las rocas o sedimentos asociados a estructuras geológicas se utilizaron para la identificación de las diferentes formas de unidades geomorfológicas. Inicialmente, toda la subcuenca se clasificó en tres zonas principales; mesetas, colinas, y piedemontes de las llanuras, teniendo en cuenta la fisiografía y los aluviones como criterio principal, Luego cada zona fue analizada en diferentes unidades geomorfológicas conforme a los principales rasgos del relieve, como se explicó anteriormente. Posteriormente, dichas características fueron reagrupadas y representadas mediante un mapa de pendientes (Figura 21). Cabe mencionar que las unidades geomorfológicas y demás accidentes geográficos interpretados fueron verificados con trabajo geomorfológico, del cual se obtuvo información adicional en torno a la naturaleza de los distintos materiales de deposición y espesor de la misma.

### *Mapa de Uso del Suelo*

El mapa de uso del suelo de la subcuenca del río Bravo – San Juan fue preparado bajo la clasificación de Anderson (1976), con las respectivas adaptaciones de INEGI (2015). Los datos de entrada de las bandas espectrales LANDSAT que se utilizaron tenían una resolución espacial de 50 m, a partir de ellos se determinaron valores medios para los distintos datos de salida de las distintas clases. El mapa resultante fue corroborado en zonas próximas a la red de carreteras y terracerías con que cuenta la subcuenca (Figura 23).

Las clases tienen la flexibilidad para fusionar o agrupar una clase distinta en otra en función de los porcentajes de representación espacial de cada cobertura terrestre. Las ubicaciones precisas de las muestras se compilaron en el sistema DEC mediante el uso de un sistema de posicionamiento global, software Garmin-GPS, luego se emularon al sistema universal transversal de Mercator (UTM), con datum NAT27. Se obtuvieron alrededor de 50 muestras por cada clase.

Figura 23  
Uso de suelo de la subcuenca río Bravo-San Juan



Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2015b  
De cada lugar se determinaron los siguientes datos:

- a) Mancha urbana a nivel de manzanas, calles y predios lotificados.
- b) Principales tipos de cultivo (de temporada y perennes).
- c) Bosque de pino encino.
- d) Suelos con amplio porcentaje de pastizal.
- e) Suelos con amplio porcentaje de arbustos, hierbas, tierras de barbecho, maleza y cultivos silvestres; todos ellos fueron agrupados como matorral.
- f) Otros tipos de vegetación, como hidrófila.
- g) Cuerpos de agua.

En total resultaron cuatro tipos de cobertura vegetal y dos usos de suelo para la subcuenca del río Bravo – San Juan (Figura 23). Por lo que se estima que la extensión del área agrícola total irrigada con agua subterránea procedente del campo Mina, principalmente en los municipios de Mina y García es del orden de 12,456 hectáreas. Mientras que otro volumen de alrededor de 26.1 millones de metros cúbicos se bombean para la ciudad de Monterrey.

#### *Preparación del mapa de potencial de aguas subterráneas del campo Mina*

Luego de integrar en un sistema de información geográfica los datos concernientes a información climática, topográfica, litológica, estructural, geomorfológica (mapa de pendientes), hidrogeológica (modelo 3d de la disponibilidad de agua subterránea) y del uso de suelo de la subcuenca del río Bravo-San Juan, se procede a preparar el mapa de potencial del agua subterránea del campo de Mina, Nuevo León (Figura 24) mediante el procedimiento siguiente:

Paso 1: Se creó una nueva capa en el software GvSIG, a la cual se trasladaron las capas (mapas) de climatología, topografía, geología (litología y tectónica), pendiente del terreno, disponibilidad estimada de agua subterránea y de uso de suelo. Todo ello con la intención de realizar diversas superposiciones, por ejemplo, entre los mapas de litología y climatología, entre disponibilidad de agua y topografía, etcétera. Tal ejercicio permite ir identificando unidades de disponibilidad potencial de agua subterránea, las cuales en función de los distintos cruces se les fue asignando un código alfanumérico (Por ejemplo, CL1-L1, para signar zona de elevada tasa de precipitación con óptima litología para la infiltración, etcétera), es decir, tal código alfabético, finalmente representa un dato proxy del potencial del agua subterránea del campo Mina, Nuevo León.

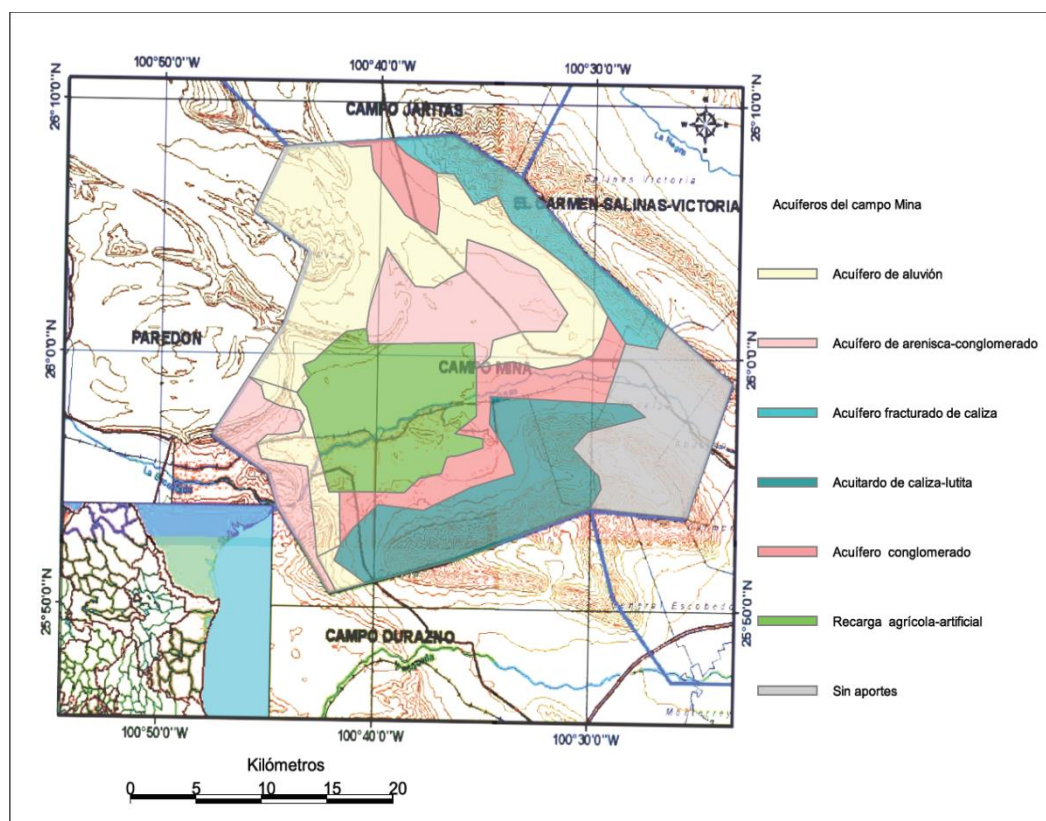
#### *Interpretación geo-hidrológica del campo Mina*

Actualmente el campo Mina (un polígono compuesto de veinte formaciones acuíferas) tiene un potencial geohidrológico anual de  $9.33 \text{ hm}^3$  (hectómetros cúbicos o millones de metros cúbicos). Cuya modelación hidrogeológica, conceptualmente, puede clasificarse mediante siete principales puntos acuíferos (Figura 24), en los cuales se apoya para conocer las características del potencial del agua subterránea de cada acuífero de dicho campo, así como su balance hídrico, la dinámica de las áreas de recarga, entre otras características de importancia hidrológica para la planificación agroindustrial de la parte occidental de la subcuenca río Bravo-San Juan bajo contexto de cambio climático.



De acuerdo con el mapa de la figura 8, los depósitos de aluvión del campo Mina representan la mayor extensión territorial, 23 mil ha., las cuales, dado su régimen de precipitación y tasa de infiltración, aportan al acuífero poco más de 1.5 millones de metros cúbicos de agua (16.15% del total). Los cuales, tomando en cuenta una curva de Breddin de 9.5 m/día, y una distancia media de 13 km entre las áreas de recarga y los puntos de extracción, la tasa de recarga del ciclo natural del agua freática, para este caso, es de aproximadamente 3.5 años.

Figura 24  
Tipos de Acuíferos del campo Mina, Nuevo León.



Fuente: elaboración propia.

En función de la extensión territorial, la zona de cultivos es a la vez el área de máxima recarga artificial del campo Mina, la cual aporta un estimado de 3,928,007 m<sup>3</sup> (42% del total). Dicho polígono, se constituye mayoritariamente por un aluvión,

seguido de un conglomerado y una pequeña porción de caliza-lutita. Tomando en cuenta que el desplazamiento horizontal de su agua subterránea, en promedio es mayor a 45m/día, su ciclo geo-hidrológico es de carácter anual.

En la porción sur del campo Mina, existe un sustrato geológico compuesto de roca caliza con lutita, que dada su baja curva de Breddin (2m/día), se ubica geo-hidrológicamente como un acuitardo. Pues pese a que este sustrato geológico, en combinación con su régimen pluviométrico, es el de mayor aporte de agua por infiltración anual (1.64 hm<sup>3</sup>/año), correspondiente al 18% de la recarga relativa del campo Mina, su ciclo de recarga es muy lento, (mayor a 6 años y medio), además de que sus agua subterráneas, dado una análisis topográfico de la cuenca del campo Mina, se infiere que son absorbidas por el río Salinas. De modo que es necesario profundizar los estudios en esta parte del campo Mina, para precisar la dinámica de dicho acuitardo.

Luego, al sureste del campo Mina se encuentra un área conformada principalmente por tres unidades geológicas: una de caliza, otra de caliza con conglomerado, y una más hecha de conglomerados, las cuales, debido a una barrera topográfica no contribuyen a la recarga del campo Mina, además de que la zona en donde se ubican los pozos se encuentra aguas arriba de tales sustratos geológicos. Aquí es recomendable valorar la posibilidad de abrir nuevos pozos de extracción para la planificación de la agroindustria local en beneficio de las pequeñas localidades de campesinos.

En el centro norte del campo Mina se encuentra una porción de arenisca con conglomerado, la cual contribuye con medio millón de metros cúbicos de agua ( $0.51 \text{ hm}^3$ ) de infiltración anual (5% del total). La cual de acuerdo a su curva de Breddin corresponde a un movimiento horizontal de 43m/día, en ese sentido su ciclo de recarga es prácticamente anual, siempre y cuando se tome en cuenta una distancia promedio de 6 km, entre las áreas de recarga y la zona de extracción.

Finalmente, al norte-noreste del campo Mina se encuentra una loma de 9 millones de ha., constituida básicamente de pura roca caliza, la cual contribuye con alrededor de 800 mil metros cúbicos de agua de infiltración anual al campo Mina (equivalente al 8%). De la cual su ciclo geo-hidrológico, estimado a partir de una tasa horizontal de 600m/día, es el más dinámico de todo el conjunto, pues teóricamente allí, el agua de lluvia tarda 15 días en llegar del área de recarga a las zonas de extracción (situada esta última a una profundidad de nivel freático de 80m). Ahora bien, debido a la configuración topográfica y al régimen de lluvias que experimenta dicho cuerpo geológico, si consideramos el agua de rocío y la de neblina, dicho sustrato anualmente aporta adicionalmente otros 700 mil  $\text{m}^3$  de agua al acuífero bajo estudio. Por lo que esta pequeña loma de caliza es uno de los puntos más importantes de recarga.

### **Conjeturas entorno al agua subterránea que abastece a la cd. de Monterrey**

En cuanto al mapeo de los recursos de aguas subterráneas, vemos que éste se ha ido implementando poco a poco en los últimos años debido a la mayor demanda de agua. Los datos más comúnmente disponibles para el estudio de las aguas

subterráneas son la información geológica, geomorfológica e hidrológica. En este estudio se intentó caracterizar el potencial de agua subterránea de las diversas zonas que conforman el campo Mina utilizando técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica en la subcuenca del río Bravo San Juan. Para delimitar la disponibilidad de agua subterránea de la subcuenca del río Bravo San Juan, se digitalizaron varios mapas temáticos, tal como: mapa litológico, geológico, mapa estructural, mapa de geomorfología, mapa hidrológico, entre otros mapas, para ello fue requerido hacer uso de varios software, tal como: GvSIG, Google Earth, Qgrid, Surffer, 3D Route Builder, entre otros software. Todos los mapas o capas resultantes fueron integrados para la confección del mapa de disponibilidad de agua subterráneas del campo Mina, perteneciente a la subcuenca río Bravo- San Juan.

De acuerdo con el análisis, el campo Mina está compuesto por cinco unidades geomorfológicas que actúan como acuíferos no confinados, a saber: aluvión cuaternario; colinas de caliza, conglomerados; areniscas; y piedemonte de caliza con lutita, así como una zona de recarga artificial y una formación geomorfológica al este aún no explotada. En donde, desde el punto de vista geomorfológico, las colinas de caliza, en efecto, resultaron ser zonas de elevado potencial para extracción de agua, sin embargo desde el punto de vista agroindustrial, el centro del campo Mina (zona de cultivos), al tener un mayor óptimo de recarga artificial, puede considerarse como la zona de máximo potencial para la extracción de agua<sup>28</sup>. Los aluviones

---

<sup>28</sup> Es preciso comentar que los procesos de fumigación y fertilización que se realizan en los cultivos forrajeros dispuestos sobre el campo Mina contribuyen con el 42% de la contaminación de acuífero, esto debido a los procesos de lixiviación. Por tal motivo es recomendable cambiar el uso de suelo agroindustrial por el de agricultura orgánica en dicho campo.

cuaternarios, así como los conglomerados y las areniscas, pueden considerarse como zonas de mediano potencial para extraer agua subterránea, mientras que el acuitardo del sur del campo Mina, compuesto de roca caliza con lutita resulta ser una zona de bajo potencial para extraer agua. Por último, no hay que olvidar que en la porción oriental del campo Mina, aún existen reservas de agua con un mediano potencial pero que aún no han sido exploradas ni explotadas.

Por otra parte, si se compara el volumen de recarga anual de los acuíferos del campo Mina ( $9.33 \text{ hm}^3$ ) con el volumen de extracción del mismo ( $35 \text{ hm}^3$ ) se observa que la política de suministro de agua, principalmente para la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, se apoya en la extracción de agua de algún acuífero confinado desde hace milenios en el campo Mina. Tal acuífero profundo es independiente a los ciclos de recarga actual, cuya media es de 4 años.

Esta es la razón por la cual pese al déficit de extracción mayor a  $25 \text{ hm}^3$  anuales, el campo Mina, todavía no da muestras de abatimiento, ya que sus conos de abatimiento no son pronunciados, y los saltos en los niveles piezométricos, de los distintos acuíferos que lo conforman, desde hace décadas oscilan los 15 metros en promedio.

Ahora bien, si se considera la red de drenaje (ríos, arroyos y grandes masas de agua) se nota que la cuenca en su porción occidental tiene menor capacidad de captación de agua que su porción oriental. Por lo que extraer agua geológica del campo Mina para abastecer a la zona metropolitana de Monterrey no tiene relación

con la extracción de agua freática que se realiza de manera local en el municipio de Mina, Nuevo León. Sin embargo, la falta de diferenciación entre el ciclo hidro-geológico, del acuífero de calizas del campo Mina, del ciclo hidro-anual de la arenisca con conglomerado, por citar un ejemplo, ha sido causa del incremento de la vulnerabilidad hídrica de los pobladores del municipio de Mina. Por lo que es necesario precisar que esta disponibilidad de agua no depende de la climatología actual, sino del agua acumulada en tiempo geológico.

Finalmente, para profundizar en el comportamiento hidráulico de las formaciones en comento, es necesario elaborar un mapeo geohidrológico continuo a escala 1: 5, 000 del área de estudio, prestando especial atención a la definición cartográfica de las unidades litoestratigráficas de mayor interés hidrogeológico, al tiempo de ampliar la red de observación piezométrica, con miras a mejorar la planificación del suministro de agua geológica del campo Mina.

Con este capítulo técnico se pretende hacer un llamado para involucrar a más instancias en el estudio de la climatología, la potamología, la pluviometría, la aridización, la desertización, la hidrología y demás ciencias aplicadas al esclarecimiento y ampliación de los inventarios del recurso hídrico del estado de Nuevo León, puesto que la escasa y magra cantidad de información produce una situación propicia para los partidarios del discurso neoliberal, enfocados en señalar que el sistema de privatización de los recursos es la única vía conocida para conservarlos, en argumentar, desde la trinchera de los expertos economistas, una

supuesta escasez hídrica, cuando en realidad lo que prima es un desconocimiento técnico de la distribución y cualificación de las reservas hidrológicas.

Se insiste que quienes tienen la concesión del uso del agua subterránea la han estudiado muy poco, a la fecha en Nuevo León nunca se ha practicado un análisis molecular e isotópico del agua, por lo tanto el ciudadano promedio no sabe que, en función de la huella isotópica, existen dos tipos de agua potable, una que tardó milenios en acumularse y otra que tarda meses, por lo que es importante actualizar las políticas y reglamentación de quienes se están aprovechando de la extracción del agua subterránea. Se debe tener en cuenta que una gran cantidad del agua subterránea de los climas semiáridos es un recurso que tarda milenios en recargarse, por lo que su extracción se debe realizar de forma moderada para que pueda darse el tiempo de recarga en los mantos acuíferos que se encuentran en el subsuelo. Nadie tiene el derecho de apropiarse de los recursos naturales, pues estos le corresponden a esta y a las generaciones futuras. Para ejemplificar la problemática aludida, en el siguiente capítulo se documenta de manera objetiva y alegórica la cantidad de agua que tres sectores industriales extrajeron de la ciudad de Monterrey en un siglo de operación.

## **CAPÍTULO 3**

### **ECOLOGÍA POLÍTICA Y HUELLA HÍDRICA DE NUEVO LEÓN**

Desde hace décadas distintos organismos internacionales han invitado a los Estados a cuidar los recursos naturales, sin embargo, esa invitación es muy general, por lo que con el tiempo tal invitación a cuidar los recursos naturales se ha constituido como parte del problema político, puesto que los países del centro, derrochadores de recursos naturales, invitan a los países periféricos a ahorrar recursos.

Ahora bien, al interior de cada país, existen ciertas voces que proclaman un discurso que señala que todos los individuos son responsables del medio ambiente y de los recursos naturales, por lo que es menester que cada ciudadano cuide, desde su experiencia de vida, los recursos hídricos por citar el ejemplo bajo estudio. Obviamente que, en una primera instancia, se está de acuerdo en que todos cuidemos los recursos naturales.

Pero también que se les exija a aquellas personas morales que hicieron del usufructo del recurso hídrico paguen ganancias, o por lo menos que las actividades depredadoras del recurso hídrico queden reguladas, pues con papel moneda no se les va a quitar la sed a las generaciones futuras.

De allí que es importante definir algunos métodos o criterios para conocer la cantidad de agua que se requiere para manufacturar ciertos bienes, dígame huella hídrica, que



como indicador de gasto da la oportunidad de conocer qué actividades industriales consumen más agua, para que de ese modo se vaya regulando su uso o abuso. Esto último, el caso del abuso de un recurso, más allá de la negación para el congénere humano, se da cuando el recurso natural sólo se mira desde las ciencias antropocéntricas, en particular desde la economía o la ciencia política.

En efecto, a muchos teóricos geopolíticos les pesa admitir que los análisis económicos o políticos en torno a los recursos naturales, filosóficamente son de corte antropocéntrico, pues dentro de sus estructuras categoriales no conciben que el agua no sólo es de los seres humanos, sino del resto de seres vivo también. Estas indagaciones son parte de las manifestaciones que se comentaron en el planteamiento y que el discurso tradicional de la geopolítica no contempla. Y como la intención de esta hermenéutica geopolítica, intenta dejar de ser antropocéntrica no tiene otra salida que incluir un breve estado del arte de la ecología política, con miras a incluir el derecho de los animales y del medio ambiente dentro del pensar geopolítico.

### **3.1 Ecología política. Estado del arte.**

El estudio de las relaciones humano-ambientales es compleja y por esencia se basa en teorías y prácticas multidisciplinarias, debido a ello es muy poco lo que se ha escrito en torno a los enfoques y métodos de la ecología política (Doolittle, 2010), aunado a ello, comúnmente los artículos científicos sobre ecología política, suelen ser rechazados en revistas de corte ecológico, y lo mismo ocurre cuando tales manuscritos son enviados a revistas de corte político. La existencia de revistas

especializadas en materia de ecología política no garantiza la publicación de ciertos análisis, debido a los patrocinadores e intereses de grupo de sus editores. Por lo que hoy en día los principales problemas ambientales que aborda la ecología política se reducen a: la conservación, la biodiversidad, la energía, la tecnología, el consumo, la sostenibilidad, las responsabilidades políticas, la ética animal, la destrucción del medio ambiente y el antropocentrismo.

Sobre este último tópico, muchos politólogos, asumiendo siempre al planeta y sus recursos como fuentes finitas, concluyen que, sin formas más eficaces de democracia, la naturaleza seguirá siendo expoliada, de allí que la ecología política sea postulada como un tema de justicia global, donde la justicia es teorizada cada vez más como una relación no sólo entre dos o más personas, sino entre las personas y la naturaleza<sup>29</sup> (Minch, 2011: 61). De allí que, para algunos estudiosos de la ecología política, la realidad se constituye de una pluralidad de naturalezas para los más variados propósitos. En términos geopolíticos eso significa que en esas naturalezas se gesta una variedad anacrónica de actores (humanos y no humanos) que participan en las disputas por el territorio (Natter y Zierhofer, 2002)<sup>30</sup>. Plural o singular, el concepto de naturaleza, desde la modernidad no pasa de ser un objeto. Por ejemplo, Porro (2005) a través de un análisis de uso de suelo realizado entre campesinos cultivadores itinerantes y ganaderos orientados al mercado, devela que

---

<sup>29</sup> Ello con la intención de asegurar un futuro sostenible.

<sup>30</sup> Según Natter y Zierhofer (2002), para entender la pluralidad de la naturaleza es necesario tener una comprensión pre-moderna de los regímenes ecológicos. Es decir, para este autor, existen tantas naturalezas como seres humanos hay en el mundo, sin embargo, desde otras posiciones filosóficas podemos apreciar que sólo hay una naturaleza pero que está constantemente siendo interpretada por cada uno de los seres que pueblan el mundo.

en la economía de algún cultivo (sea comunitaria o neoliberal), la mayoría de los usuarios de los recursos, rara vez practican la gestión de la biodiversidad<sup>31</sup>.

De modo que la ecología política, según Simsik (2002), más bien se entiende como una competencia por el acceso a los recursos naturales entre diferentes grupos de actores sociales, donde, actualmente, un sector de estos grupos, a través de la tergiversación del saber ecológico tradicional y de su difusión por medios de comunicación de gran alcance, recrea una concepción conservacionista deficiente que en definitiva tiende más a la eliminación que a la conservación de la biodiversidad. O bien, la co-evolución del paisaje presenta una distancia estética, en la cual, al parecer, se fundan una serie de privilegios (arquetípicos, de supervivencia) y derechos individuales o patrimoniales, cuya escatología y teleología responde a intereses político económicos. En ese sentido, los ecosistemas antropogénicos primigenios, concebidos o conceptualizados eurocéntricamente, por el actual bloque histórico en el poder, suelen ser visiones imprecisas de las condiciones históricas de ciertos lugares, mismas que obstaculizan el desarrollo teórico-práctico de la ecología política y de la restauración ecológica (Bliss y Fischer, 2011).

Otras prácticas que han terminado por confundir más que esclarecer los fenómenos concernientes a la ecología política son el denominado “*greenwashing*” o comercialización “verde” y las marcas o productos “amigables” con el medio

---

<sup>31</sup> En efecto, la conservación ecológica no puede ser concebida como un acto cuantitativo, sino cualitativo, es decir, el espíritu o sentido de la conservación no depende del modo de producción sino de la cosmovisión. Por lo que es necesario superar aquellos análisis ecológicos que “perciben” prácticas ecológicas en ciertos modos de producción indígena debido a su “bajo” impacto ambiental, puesto que si dichas prácticas se realizarán a la misma escala de los procesos industriales se notaría perfectamente lo insostenible de las mismas.

ambiente o “*environmental friendly*”. No hay que olvidar que el mercado ecológico atrajo a viejos grupos políticos<sup>32</sup>, mismos que con ayuda de algunos activistas pro-medio ambiente, dieron pie a la creación de partidos políticos con “vocación” ecológica, tal como el Partido Verde Ecologista de México (fundado en 1986) o el Partido Verde Ecologista de E. U. A. (fundado a comienzos de 1990)<sup>33</sup>.

Actualmente, una de las responsabilidades políticas más importantes de la agenda de estos partidos ecológicos o eco-políticos se centra en torno a la seguridad alimentaria de las naciones, sobre todo con la dinámica de la agroindustria transnacional, siendo Monsanto, Bayer, Syngenta, Dupont., Archer Daniels-Midland, Bunge, Cargill, entre otras, las principales compañías con las que aquellos negocian la confección de la normatividad en materia medioambiental, fitosanitaria y alimentaria a nivel mundial.

Al respecto es preciso señalar que en términos ecológicos la superficie terrestre se divide en ciertos biomas, de los cuales, a primera vista, se puede decir que las estepas y las sabanas son los más aptos para la práctica agropecuaria occidental, sin embargo, la altitud, la inclinación del terreno, la orientación de la cuenca, la propia flora y fauna, entre otros factores (ya comentados para el caso de Nuevo León), hacen que dichos biomas no sean ciento por ciento propicios para la actividad agropecuaria. Estrictamente, aproximadamente sólo unos 10 millones de km<sup>2</sup> de la

---

<sup>32</sup> Hace 30 años la ambigüedad de la ecología fue tan grande que la derecha y la izquierda se declaraban ecologistas, hoy tenemos un autoproclamado neoliberalismo ambiental, un imperialismo ecológico y una izquierda verde.

<sup>33</sup> Es curioso cómo un país como México, con menos de 50 centros de investigación dedicados a las ciencias biológicas, le haya ganado a un país como Estados Unidos de América, con más de 500 centros de investigación dedicados a las ciencias biológicas, en la fundación de su partido ecológico.

superficie terrestre pueden considerarse como tierra arable (Gráfica 1). El resto de los ecosistemas a lo largo de la historia de la humanidad, prácticamente han sido antropogenados o antropogenizados, hasta constituir hoy en día los 50 0 60 millones de km<sup>2</sup> de tierras del sistema agroalimentario o civilizatorio mundial<sup>34</sup>. Ahora bien, a comienzo de la segunda década del siglo XXI, la comercialización de ese sistema agroalimentario mundial es la siguiente:

Las diez cadenas de supermercados de abarrotes que campean Wal-Mart, Carrefour y Tesco anualmente concentran 719,630 millones de dólares; una decena de procesadoras de bebidas como: Nestle, PepsiCo y Kraft Foods cada año amasan unos 338,751 millones de dólares (ETC, 2008); ArcelorMittal, Techint, Severstal y siete compañías mineras más manejan 177,980 millones de dólares (Bloomberg Business, 2013); otro cúmulo de veinte empresas dedicadas a la industria agroalimentaria, tal como: Philip Morris, Cargill, Nestlé y Pepsicola disponen de 371,600 millones de dólares (Gómez, 2001); mientras que el “*top ten*” de farmacéuticos del mundo, cuyos epónimos son: Pfizer, GlaxoSmithKline, Sanofi-Aventis o Roche tienen la solvencia económica de 276,352 millones de dólares (ETC, *Op. Cit.*).

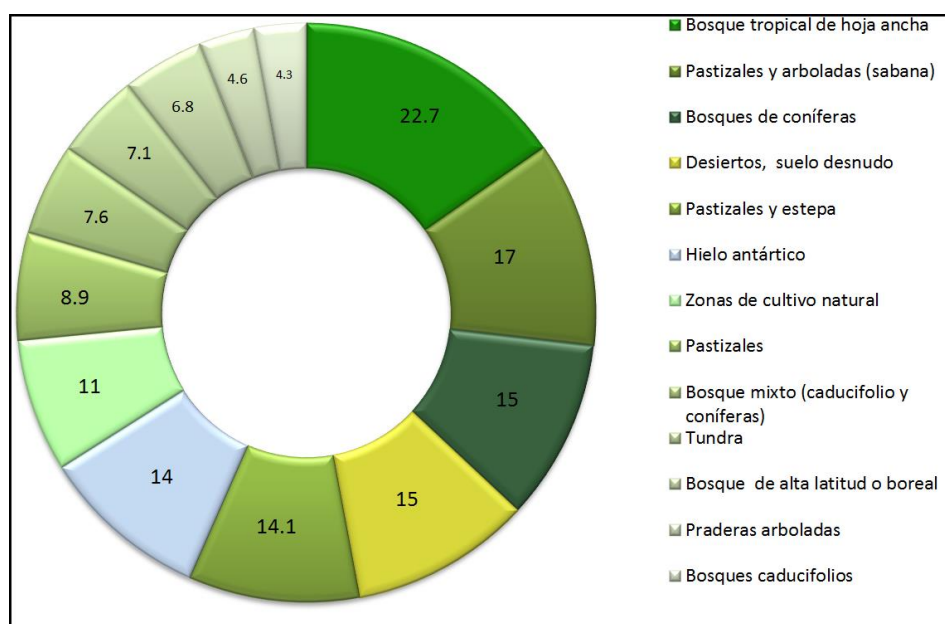
Por su parte, la veintena de productores de carne que lideran las empresas brasileña JBS o Brasil foods, y las estadounidenses Tyson, y Cargill (meat) mueven 170,270 millones de dólares (IMS, 2011); lo mismo puede decirse de las veinte principales empresas dedicadas al ramo forestal, en donde destacan: International-Paper y

---

<sup>34</sup> Duplicar las tierras arables implicaría liquidar otros ecosistemas, tanto naturales como antropogénicos.

Kimberly-Clark, ambas de Estados Unidos, y Oji Paper de Japón, cuya derrama económica supera los 200,178 millones de dólares (PWC, 2013); Bayer, Syngenta, Basf, más siete fabricantes mundiales de plaguicidas cuentan con 34,396 millones de dólares anuales para invertir (ETC, *Op. Cit.*).

Gráfica 1  
Superficie de los principales biomas del mundo  
(Millones de km<sup>2</sup>)



Fuentes: Snyder *et al*, 2004; Tao *et al*, 2008.

Del mar océano dos decenas de empresas como la noruega PAN Fish ASA, la japonesa Nichirei Corp o Cermaq (también de Noruega) obtienen su materia prima, lo que les permite acumular cada año al menos unos 15,211 millones de dólares (Richter, 2006); mientras que de la manipulación genética Monsanto, DuPont, Groupe Limagrain y otras cuantas empresas dedicadas a la comercialización de semillas patentadas cuentan con un capital financiero de alrededor de 13,565 millones de dólares por año; a su vez el negocio del procesamiento de fertilizantes

tipo *potash* de la compañía canadiense PotashCorp, entre otros diez tipos de fosfatos más procesados por Yata (Noruega), Mosaic (Estados Unidos) o Israel Chemicals (Israel) genera unos 4,445 millones de dólares (ETC, *Op. Cit.*); finalmente, también es necesario saber que las diez principales organizaciones no gubernamentales, dedicadas al medio ambiente, año con año, recaudan más de 1,222 millones de dólares.<sup>35</sup>

Como es difícil contabilizar y valorar el precio de una porción del planeta, acudimos a la anterior descripción de datos proxy, de datos económicos, para que nos ayudan a entender y dimensionar el valor ecológico de nuestro planeta, con la salvedad de que hemos omitido el precio del mercado cementero y petrolero, pero cuyo valor, en función de su producción mundial anual (Saunders, 2013; The World Factbook, 2013), hemos calculado en 300,000 y 900,000 millones de dólares respectivamente.

Por lo que de cierto se puede conjeturar que alrededor de 150 empresas manejan, gestionan o administran el 80% de los recursos naturales del sistema agroalimentario o civilizatorio mundial (unos 50 millones de km<sup>2</sup>)<sup>36</sup>, con lo que logran recaudar ingresos por poco más de dos millones de millones de dólares anuales<sup>37</sup> (Gráfica 2).

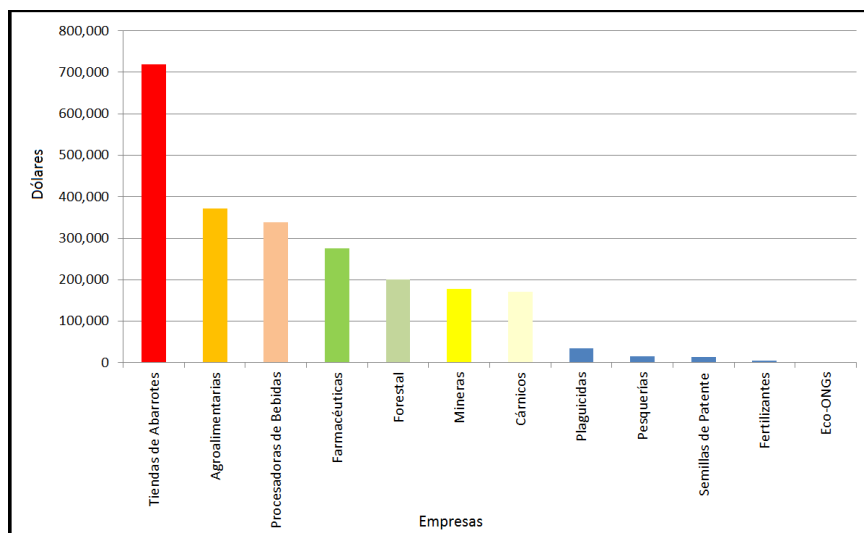
---

<sup>35</sup> Tan solo la *World Wide Fund for Nature* en el año 2010 recaudó 760 millones de dólares (Riveros, 2011).

<sup>36</sup> Se complementa el dato, argumentando que, en las 150 empresas en comento, quedan contempladas alrededor de 5 eco-ong's globales (tal como: World Wide Fund for Nature, Greenpeace, Natural Resources Defense Council, Heinrich Böll Foundation), cuyo papel parece ser el de resguardar las tierras en reposo de ese sistema agroalimentario mundial.

<sup>37</sup>  $2.3 \times 10^{12}$  dólares.

Gráfica 2  
**Capital anual de las principales empresas abocadas a la gestión de los recursos naturales,  
(Millones de dólares)**



Fuentes: Elaboración propia con base en: Richter, 2006; Grupo ETC, 2008; International Meat Secretariat, 2011; Riveros, 2011; Price Waterhouse Coopers, 2013.

Con los ejercicios anteriores (Gráficas 1 y 2) queda demostrado que la superficie agrícola natural (estepa y sabana, porcentaje de biomas, ecosistemas antropogenizados, porcentaje de tierras planas, porcentaje de suelos fértiles, etcétera), desde el neolítico no alcanza para alimentar el estilo civilizatorio que nuestra humanidad culturalmente heredó.

Por tal motivo, los diferentes grupos humanos desde siempre han justificado<sup>38</sup> y expandido la frontera agrícola o agropecuaria. La gravedad de hoy en día radica en que al parecer las “eco empresas” y las “eco asociaciones” son las que presionan para decidir y legislar sobre quien puede y quien tiene derecho a expandirse sobre la Tierra. En este caso, al final de cuentas, no importa quién es la persona que cuenta

<sup>38</sup> Origen del pensamiento económico clásico, desde Ricardo.



con más billetes en el mundo, tampoco el valor del mercado del sistema agroalimentario mundial<sup>39</sup>, salvo en la medida que nos señala de manera indirecta quien o quienes actualmente se reparten los bienes naturales del planeta<sup>40</sup>, y a quienes se les otorga el derecho de apropiarse, procesar y comercializar tales recursos.

Como se podrá notar, de manera parecida al caso del poblamiento del mundo, donde el éxito demográfico orilló la expansión o conquista de otros pueblos, la expansión del sistema civilizatorio no se debe a la escasez de recursos, sino al éxito de la sobreproducción del sistema capitalista. Es decir, los partidarios del sistema capitalista en si no reconoce escasez, más bien usan a esta como un mito para justificar las acciones predatoras.

Luego de este breve panorama transnacional del sistema agroalimentario mundial, para no caer en el mesianismo tecnológico o en el apocalipsis ambiental (Huber, 1986), todavía se van a revisar científicamente algunos conceptos claves<sup>41</sup>, de orden eco-político, en ese sentido a continuación vamos a discernir académicamente sobre el estado del arte de los estudios sobre huella ecológica, dando énfasis en el concepto de huella hídrica, para al final mostrar los resultados obtenidos del caso de la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey.

---

<sup>39</sup> Cuyo valor estimado, según Say (2013), ronda los: 6,873, 951, 620, 979, 880 dólares o  $6.8 \times 10^{15}$ .

<sup>40</sup> Un ligero cálculo sobre el valor promedio de 1 km<sup>2</sup> de terreno en selva tropical, tasado, o más bien devaluado, en aproximadamente 100 millones de dólares, revela que al ritmo de producción de hoy, los 150 monopolios más grandes del planeta tardarían 2500 años en ser los propietarios de los 50 millones de km<sup>2</sup> que componen al sistema agroalimentario del mundo. En efecto, como económicamente, a corto plazo, no es viable ministrar todo ese sistema, hoy se recurre a la eco-política para decidir quién tiene acceso a ese mundo.

<sup>41</sup> Ello para no copiar o asumir posiciones tendenciosas en materia de ecología, geografía y medio ambiente, como en la mayoría de las veces en que obran los políticos, incluso los científicos sociales y politólogos contemporáneos.

### **3.2 Huella ecológica. Estado del arte**

Existe un creciente interés en el análisis de la huella ecológica para ayudar a entender la biosfera. Cada vez más, se está prestando especial atención a esta nueva técnica, sobre todo debido a que el uso racional del agua, el suelo y los energéticos, son algunos de los temas más apremiantes del presente siglo. Asimismo en la actualidad se acepta ampliamente que los impactos del desarrollo económico se resienten más dentro de aquellos ámbitos donde se vive bajo estrés hídrico, por consiguiente, el desarrollo sostenible en las zonas desérticas es un asunto importante, asimismo los cálculos para estimar la huella ecológica son cada vez más frecuentes y comprendidos como una técnica para dimensionar la sostenibilidad ecológica tanto de diferentes tecnologías y procesos de producción industrial como de ciudades o regiones enteras, veamos algunos ejemplos.

Algunos autores como Muñiz (2016), definen la huella ecológica como un indicador de in-sostenibilidad que mide la superficie requerida para obtener cierta cantidad de recursos o para absorber los residuos de una determinada población. De ese modo logran documentar que los consumos energéticos residenciales, de los entornos metropolitanos, no ejercen una influencia significativa, es decir, según Muñiz, la densidad urbana sigue ejerciendo un efecto medioambientalmente positivo, siempre y cuando sus individuos vivan consumiendo exclusivamente los productos y servicios del capital natural de la bioregión donde viven. El problema es que la globalización y el comercio han creado las condiciones para que ciudades, regiones y países crezcan muy por encima de lo que les permitiría una explotación sostenible de sus recursos locales.

Sin embargo, no es nada fácil determinar la huella ecológica de un lugar determinado, por ejemplo Fereres *et al* (2017), desagrega el concepto en huella de carbono, huella o mancha urbana y huella hídrica, luego a esta última conceptualmente las desagrega nuevamente, de modo que para él, la huella hídrica se define como el volumen de agua por unidad de alimentos producidos, dicha huella hídrica a su vez se compone de tres tipos, a saber: huella de agua verde o de agua de precipitación; huella hídrica azul o de agua subterránea; y huella hídrica gris o de aguas residuales.

Con semejante andamiaje, hace notar las limitaciones epistemológicas del concepto de huella hídrica que se viene empleando desde su concreción en el año de 2002. Por tal motivo señala que es difícil precisar la huella ecológica de algún bien, puesto que se desconocen los porcentajes de las huellas hídricas, verdes, azules y grises que han participado a lo largo de su proceso agroalimentario, desde su producción agrícola hasta su comercialización en el supermercado. También señala que la humanidad no sólo ha producido pérdidas hídricas, sino que también ha contribuido en el aumento de evaporación global, el cual estima en un 0.4% del total natural.

Es preciso señalar que la justificación de este método tiene que ver con un giro ecológico, donde se advierte que la sustentabilidad de los recursos naturales ha adquirido nuevos significados, valores y derechos, donde lo importante estriba en mantener la integridad funcional de los ecosistemas para usufructo de las generaciones futuras, es decir, se busca lograr un crecimiento económico continuo, pero manteniendo una calidad ambiental aceptable. Para ello, debemos abandonar

los enfoques que ven las repercusiones medioambientales de forma eventual y transitar hacia enfoques previsores capaces de mostrar, a partir de retrospectivas, escenarios futuros para lograr pues una supervisión y gestión sistemática de los cambios en el entorno natural.

En ese tenor, Chapman, La Valle, Furey y Chan (2017) dicen que la huella ecológica suele ser una excelente herramienta de diagnóstico de los problemas ambientales que sufren las ciudades, puesto que dicho concepto analiza no sólo a la metrópolis sino a sus áreas de impacto ambiental. Este enfoque es particularmente importante debido a que la creciente urbanización, a la vez, genera una fuerte tensión sobre los recursos hídricos de las regiones circundantes (este es el caso de la relación medioambiental que guardan los pobladores del municipio de Mina con los de la AC-ZMM). Cabe señalar que la cuantificación exacta de los servicios ecosistémicos, por medio de la huella ecológica, permite a las ciudades elegir con mayor certeza los tipos de prácticas de producción más sustentables, además conducirá a tazar tales servicios, y aunque éstos son la clave para la regulación del suministro de agua, hay que reconocer que existen obstáculos para cambiar las políticas antiecológicas de las ciudades, sin embargo crear impuestos hídricos diferenciados en función de las distintas huellas hídricas, aunque hoy no sean políticamente viables, en el largo plazo serán lo normal, puesto que la política tiende a acoplarse a las evidencias precisas.

Por ejemplo, para el caso de México hay estudios, como los de Chávez, Cifuentes, Andrade, Espinoza *et. al.* (2008) que sitúan con precisión el promedio de su huella

ecológica en: 2.4 ha/hab.; de 2.51 ha/hab., para zonas turísticas como la de Puerto Vallarta, Estado de Jalisco; y de 1.8 ha/hab., para ambientes rurales. Estos resultados son graves debido a que en el mundo rural se produce la mayor parte de bienes, sin embargo, los residentes de esos ámbitos rurales son los que menos acceso tienen a tales recursos y al mismo tiempo son los que menos impacto ambiental le generan al planeta. Es decir, cada urbanita, hoy en día es consciente de que su deuda ecológica está abonando a la grave crisis ambiental que se está viviendo.

Ahora bien, la huella ecológica analiza la apropiación de materia y energía provenientes de ecosistemas productivos extra-urbanos necesarios para la satisfacción de necesidades de consumo y absorción de residuos de la ciudad, dicho indicador fue desarrollado a mediados de la década de los años noventa del siglo XX para indicar cuantas hectáreas de naturaleza eran necesarias para abastecer los procesos productivos de una economía, sin embargo, como se calcula transformando cada uno de los artículos, que intervienen o convergen en la economía de una ciudad, en alguna unidad de medida, *v.g.*: hectáreas por habitante (ha/hab.) litros de agua por kilogramo de producto, tal huella puede estimarse de formas diferentes (Guerrero y Guiñirgo, 2008).

Como se ve, el concepto de la huella ecológica se ha conceptualizado de varias maneras, aunque todas ellas en última instancia se refieren a una razón entre la cantidad de energía utilizada para producir una mercancía o servicio. En general existen tres métodos o sub-huellas para estimarla: huella de carbono; mancha

urbana y huella hídrica. El conjunto de tales análisis intenta proporcionar una mayor orientación a los responsables políticos, mediante diferentes interpretaciones sobre el grado de deterioro o pérdidas en los ecosistemas locales.

Ahora bien, una de las principales críticas que se le pueden imputar a estos conceptos de huella ecológica es su enfoque instantáneo que tienen sobre el impacto medio ambiental, es decir les hace falta ser cribados por las coordenadas espacio-temporales, por tal motivo en la siguiente sección se presenta un estudio que busca estimar la huella hídrica histórica de Nuevo León con la intención de ver en su dimensión temporal y espacial el daño irreversible que los urbanitas de tal ciudad le han causado a su propio entorno, todo ello con la única intención de invitar a conducirnos hacia un cambio de mentalidad burocrática por una mentalidad de fondo sustentable.

### **3.3 La huella hídrica histórica de Nuevo León**

Pues bien, el objetivo general del presente capítulo consiste en determinar la huella hídrica histórica de las empresas más grandes de Nuevo León, es decir se quiere saber cuánta agua dispusieron, para elaborar los productos que produjeron durante un siglo, particularmente la industria acerera, la cervecera y la refresquera. Para ello, de manera breve se señala la ruta metodológica que se opta por seguir: en primera instancia se elaboraron dos series de inventarios: 1) correspondiente a la huella hídrica por producto y 2) correspondiente Al pódium de las 15 de las empresas más grandes del estado de Nuevo León.

Acto seguido se procedió a delimitar: por una parte, la huella hídrica por rama de actividad industrial con incidencia en el Área Conurbada y Zona Metropolitana de Monterrey (AC-ZMM); y por la otra se procedió a delimitar los municipios que integrarían a la población de la AC-ZMM, tomando como año de referencia y para futuras comparaciones al 2015. Una vez que se tenía clara la ruta metodológica se procedió a elaborar y practicar una serie de análisis de regresiones de las producciones anuales, tanto de acero, como de refresco y cerveza.

Es preciso señalar que este paso fue uno de los que más tiempo de investigación consumió, puesto que los datos históricos en materia de producción de acero, refresco y cerveza del estado de Nuevo León muy curiosamente no son fáciles de conseguir, sin embargo la recolecta de información alcanzó para presentar los siguientes cálculos de la huella hídrica histórica del estado de Nuevo León.

El cálculo de cada uno de los productos (Cuadro 2) fue tomado considerando el trabajo de varias investigaciones de reconocido prestigio internacional, por ejemplo para el caso de la huella hídrica de un kg de maíz recurrimos al trabajo de Mekonnen, y Hoekstra (2010); para conocer la huella hídrica virtual contenida en un kg de naranja revisamos las estimaciones de Mordini, Nemecek, Gaillard, *et. al.*, (2009); mientras que para el caso de la huella hídrica del arroz consultamos la obra de Chapagain y Hoekstra (2011).

Cuadro 2  
**Huella Hídrica por Producto**

HUELLA HÍDRICA POR PRODUCTO					
De origen vegetal		Industriales		De origen animal	
1 kg de pan	1600 litros	1 coca cola 500 ml	175 000 ml	200 gr ternera	3080 litros
1 tostada	100 litros	1/2 litro de coca cola	175 litros	1 kg de carne vacuno	15400 litros
1 café	140 litros	1 ton. De acero	14 000 litros	1 kg de carne de cerdo	6000 litros
1 jugo naranja	170 litros	2 cervezas	150 litros	1 kg de carne de pollo	4300 litros
100 gr. De arroz	250 litroso	1 hoja de papel	10 litros	100 gr queso	250 litros
1 naranja	50 litros	1 vaso de vino	120 litros	1 vaso de leche	250 litros
1 ensalada media	117 litros	energía diaria	2540 litros diarios	1 kg de carne de res	1500 litros
1 kg de algodón	10000 litros	1 litro de gasolina	50 litros	2 trozos de tocino	300 litros
1 kg de arroz	3 metros cubicos	1 par de zapatos	8000 litros	200 kg carne vacuna sin hueso	3100000 litros
1 ton maíz	3 toneladas	1 hamburguesa de carne	1000 litros	1 huevo	196 litros
1 tomate	13 litros	1 vaso de manzana	190 litros	1 kg carne de res	940 litros
1 papa	25 litros	1 envase de papas fritas	185 litros	mantequilla 250 gr	1387 litros

Fuente elaboración personal.

Para determinar la huella hídrica de los productos icónicos de la industria acerera, cervecera y refresquera, luego de revisar críticamente varias fuentes se toma la decisión por trabajar con las estimaciones de Wyness (2011) para el caso del consumo de agua para producir cerveza; con Ercin, Aldaya, y Hoekstra (2011) para el caso del consumo de agua para producir refresco o bebidas carbonatadas y azucaradas; por último para el caso del consumo de agua para producir acero se recurre a Horie, Daigo, Matsuno, y Adachi (2011).

Luego, para estimar el tamaño del área bajo estudio, se sabe que actualmente existen dos corrientes científicas que buscan explicar los procesos de urbanización contemporáneos: nos referimos a los modelos de densidad de la población y a los modelos basados en el uso de suelo. Sobre este último, se advierte una pujante urbanización difusa o *sprawl* que cada vez hace más difícil la delimitación de zonas urbanas o áreas metropolitanas, donde ahora lo rural ha pasado a constituir pequeños islotes dentro de una urbanización irregular (Arellano y Roca, 2010).



Sin embargo, la mayoría de los países, aún definen a su población urbana en función de las personas que viven dentro de ciertas fronteras administrativas o municipales, pues esta forma, estadísticamente, es más fácil de comparar. Por lo que todo trabajo de delimitación metropolitana debe aclarar, si el tamaño de determinada ciudad se refiere a una estimación de ciudad central, de un área metropolitana o una región de planificación más amplia que incluye asentamientos subsidiarios, etcétera (Cohen, 2004).

En ese sentido, la delimitación de la Área Conurbada y Zona Metropolitana de Monterrey (AC-ZMM) se refiere al área con asentamientos humanos (urbanos, periurbanos, y rururbanos) inscritos dentro de una circunsfera, cuyo centro es una ciudad central, en este caso Monterrey, Nuevo León. El resultado puede considerarse como una ciudad-región conformada por 16 municipios, con una población estimada en 4.5 millones de habitantes al año de 2015 (Cuadro 3).

Ahora bien, hoy en día el Estado de Nuevo León alberga alrededor de 750 empresas medianas, es decir, empresas con una planta laboral mayor a 500 empleados, de las cuales, según la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS): las empresas de servicios concentran el 37% de la población ocupada, mientras la Industria manufacturera ocupa al 24% de dicha población, en tanto que los establecimientos comerciales ocupan al 19% de los trabajadores ocupados, luego el sector de la construcción ocupa al 9% de la mano de obra en activo, le sigue en orden decreciente, las empresas dedicadas a los transportes y comunicaciones con 7% de

la población ocupada, el gobierno ocupa al 2%, mientras que la industria extractiva y de electricidad ocupa menos del 1% (STPS, 2017).

Cuadro 3  
Municipios que integran la AC-ZMM

Municipios que conforman el AC- ZMM	
Municipios Metropolitanos	Municipios Conurbados
Apodaca	Cadereyta Jiménez
General Escobedo	Ciénega de Flores
Guadalupe	García
Juárez	General Zuazua
Monterrey	Pesquería
San Nicolás de los Garza	Salinas Victoria
San Pedro Garza García	Santiago
Santa Catarina	El Carmen

Fuente elaboración personal.

Las empresas manufactureras, que se caracterizan por sus elevados consumos de agua respecto a las demás ramas de actividad, ocupan un lugar destacado dentro de la estructura económica de Nuevo León. Sin embargo, se ha detectado que, dentro de la rama manufacturera, existen empresas con más de cien años de existencia, por lo que se les puede estimar el volumen de agua que han empleado a lo largo de un siglo, tal como: Femsa, De acero, Arca, Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma, entre otras que pueden apreciarse en el Cuadro 4. Ahora bien, dentro de este capítulo, por

cuestiones de espacio sólo vamos a abordar el caso de la industria del acero, la de la cerveza y la del refresco.

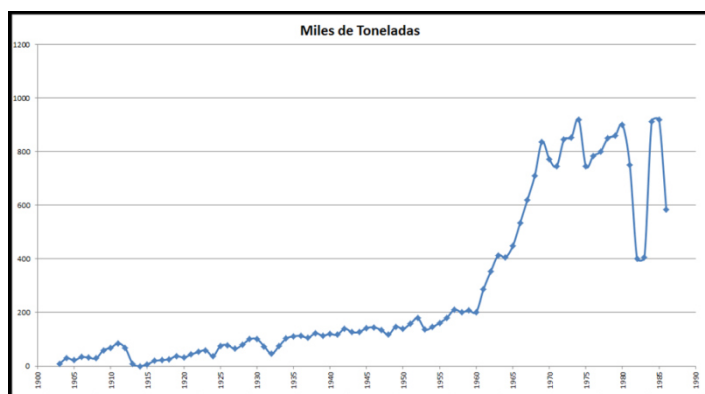
Cuadro 4  
**Empresas más grandes de Nuevo León**

<b>Empresas Más grandes de Monterrey ( No incluye subsidiarias).</b>				
<b>N°</b>	<b>Empresa</b>	<b>Ventas (USD Millardos)</b>	<b>Origen del Capital</b>	<b>Conocida por</b>
1	Cemex	14.4	NL	Cemex
2	Famsa	31.7	NL	Coca Cola, Oxxo
3	Alfa	11	NL	Alestra, Fud
4	Soriana	7.6	NL	Soriana
5	Ternium	4.9	Arg.	Compró IMSA, Hylsa
6	Banorte	4.2	NL	Banorte
7	Cerv. Cuauhtémoc-Heineken	4.2	Hol.	Carta Blanca, Sol, Indio.
8	Gruma	3.8	NL	Maseca
9	Xignux	2.6	NL	Kir, Zwan, Prolec.
10	De Acero	2.6	NL	
11	Arca	2.2	NL	Coca Cola, Topo Chico
12	Vitro	1.9	NL	
13	Celestica	1.8	Canadá	Armandora de Blackberry
14	Villacero	1.2	NL	
15	Famsa	1.2	NL	

Fuente elaboración personal.

El caso de la producción histórica de acero en Nuevo León fue difícil de estimar debido a la falta de fuentes estadísticas oficiales, sobre todo las comprendidas entre la década de los años ochenta del pasado siglo XX. Pese a ello, gracias al trabajo de Garza (1988) se reconstruye más de medio siglo de producción de acero; luego con el trabajo de Díaz del Castillo y Cortés (2008) se desentraña la producción de acero que tuvo Monterrey, específicamente en los años de 1980, 1982 y 1985. Asimismo, Correa (1986) arroja un dato de producción de acero en Monterrey del año de 1984. Finalmente, con el Anuario Estadístico de Nuevo León de INEGI (1984; 1988) se obtuvo la producción de acero del año de 1984 y 1986, respectivamente (Gráfica 3).

Gráfica 3  
**Producción de acero en Nuevo León de 1903 a 1986**



Fuente elaboración personal, con datos de: Garza, 1988; Díaz del Castillo y Cortés, 2008; Correa, 1986; INEGI, 1984; INEGI, 1988.

Los datos sobre la producción histórica de refresco en Nuevo León se fueron obtenidos de la siguiente forma: para el periodo de 1920 a 1960 se acude al trabajo de Toussaint (2012); para la producción del periodo de 1990 a 1995 se apoya en la tesis de Meza (2002); para el periodo de 2001- 2002 se recurre a Castro (2006), finalmente para el periodo de 2010 a 2015 se revisan los datos de ANPRAC (2017). Las regresiones y demás tratamiento estadístico dieron como resultado la gráfica 4.

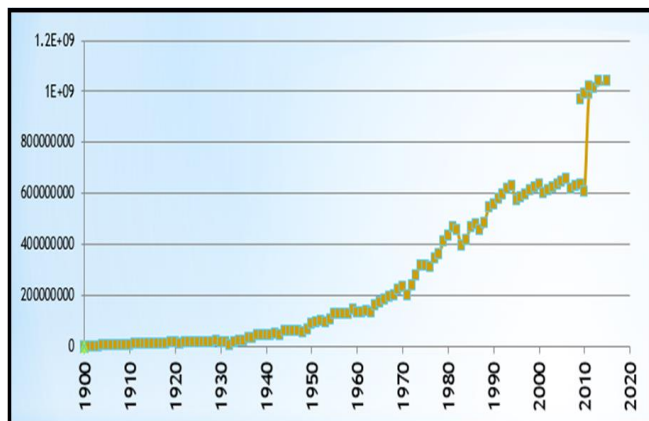
Gráfica 4.  
**Producción de refresco en Nuevo León de 1900 a 2015**



Fuente elaboración personal, con datos de: Toussaint (2012); Meza (2002) y Castro (2006).

Los datos sobre la producción histórica de litros de cerveza en Nuevo León fueron obtenidos de la siguiente forma: para el periodo de 1940 a 1960 se acude al trabajo de Pineda (1963); para la producción del año de 1983 se apoya en el Anuario Estadístico de Nuevo León de INEGI (1984); para el periodo de 1990 a 2003 se recurre a Dantur (2006) y Rendón y Mejía (2005). Las regresiones y demás tratamiento estadístico dieron como resultado la gráfica 5.

Gráfica 5.  
**Producción de cerveza en Nuevo León, 1900 A 2015**



Fuente elaboración personal, con datos de: Pineda (1963); INEGI (1984); Dantur (2006); Rendón y Mejía (2005).

Con base en los tabulados anteriores, donde se estimó el volumen de producción de las empresas industriales a lo largo de cien años, y con base en los consumos virtuales de agua de dichos productos analizados con anterioridad, tenemos que la huella hídrica histórica de las industrias del acero, el refresco y la cerveza para la zona metropolitana y área conurbada de ciudad de Monterrey, Nuevo León (AC-

ZMM), durante el último siglo es la siguiente: acero 23 km<sup>3</sup> de agua; refresco 3 km<sup>3</sup> de agua; cerveza 1 km<sup>3</sup> de agua.

Ahora bien, para tener una idea de tal consumo de agua virtual, se tiene que los 23 km<sup>3</sup> de agua que se emplearon para la producción del acero durante un siglo en Monterrey, equivalen a un desabasto de 125 años de consumo de agua de la población de la AC- ZMM del año de 2015; a su vez, la producción de refresco, en un siglo generó el desabasto equivalente a 18 años del consumo de la población de la AC- ZMM del año de 2015; por último la producción de cerveza, en un siglo generó el desabasto equivalente a 5 años del consumo de la población de la AC- ZMM del año de 2015.

Por último, la suma total de estas tres industrias (acero, refresco y cerveza), en cuanto a consumo de agua virtual en un siglo se esté refiriendo, equivaldría al agua que una población de 4.5 millones de habitantes consumiría en 148 años, o al consumo de agua que una población de 1 millón de habitantes consumiría en 526 años. En otras palabras, tres empresas en cien años usaron el agua que usaría en medio milenio una ciudad como Toluca, Estado de México. Como se observa, en cualquier caso, es importante reflexionar en este hecho, y en la forma y velocidad en que consumimos agua.

La cantidad de agua que han empleado tan sólo estas tres industrias, durante su primer siglo de existencia, ha sido demasiada pues han comprometido el abasto del recurso hídrico que emplearía 1 millón de habitantes durante medio milenio. De allí la

importancia de la aplicación impuestos especiales a empresas que se benefician de la explotación de los recursos naturales, máxime si estos son recursos no renovables, o relativamente renovables, como el caso del agua fósil que emplean tanto refresqueras, cerveceras o acereras.

## **CAPÍTULO 4**

### **GEOPOLÍTICA DEL AGUA EN NUEVO LEÓN**

La geopolítica, al igual que muchos discursos científicos del siglo XX, poco a poco ha ido sufriendo ciertos procesos hermenéuticos. En efecto, el giro posmoderno ha distanciado a la geopolítica de la bélica o discurso armamentista que la obnubiló. De modo que hoy prácticamente se puede hablar de dos corrientes de pensamiento geopolítico: la corriente geopolítica weberiana; y la corriente geopolítica dusseleana.

En la corriente webereana, el objetivo de la geopolítica es lograr la dominación y control de los recursos estratégicos. Bajo semejante principio han operado tanto estados como empresas trasnacionales. Como ejemplo tácito de dicha forma geopolítica recordemos el caso de medio oriente como sinónimo de control petrolero. Sin embargo, la provisión de recursos estratégicos no necesariamente puede efectuarse mediante la invasión, o la guerra.

En la corriente dusseleana, el objetivo de la geopolítica es lograr un consenso de voluntades tendente a una repartición e intercambio o comercio justo de los recursos estratégicos, sin que en las negociaciones exista una amedrentación bélica, paramilitar, ni ningún tipo de bloqueo económico, bloqueo tecnológico, o presión política. El objetivo de este proceso de intercambio se caracteriza por condenar los monopolios y el extractivismo rampante.



#### **4.1 De la dominación al consenso. Una hermenéutica a la geopolítica**

Como todos sabemos, la geopolítica es una de las disciplinas académicas que más ha sufrido la interpretación mediática, puesto que desde sus primeras nociones ideadas por Carl Ritter entre 1833 y 1839, quizá para frenar la topofagia por los recursos naturales que permitió la Gran Reforma inglesa de 1832, quizá para estudiar los aspectos morales y materiales del mundo, con vistas a prever y orientar el desarrollo de las naciones, fue duramente criticada por el naciente posibilismo tecnocrático.

Al grado tal que desde comienzos del siglo decimonónico la geopolítica, semánticamente, ya había sido vaciada de todo su contenido científico para constituirse, en ese entonces, en una amalgama de ideas eclécticas comprendidas en una ideología darwinista, xenofobia y racista, ideal para legitimar un militarismo bélico dentro de una estrategia de poder expansionista.

Un claro ejemplo de esta ideología imperialista fueron los *Junker* de la nobleza prusiana que se auto-consideraban conservadores, militaristas y garantes del monopolio de la producción agrícola, puesto que esta última actividad económica la veían amenazada por el avance de los logros científicos de la agroindustria. De allí que Otto Bismarck se diera a la tarea de la primera unificación alemana.

Otro ejemplo de la tergiversación de la geopolítica se dio en Estados Unidos, mediante la concepción de la Doctrina de Seguridad Nacional, la cual postulaba que una planeación ideal debía considerar incrementar su población civil y anexarla

inmediatamente al ejército Rivera (2002) dado que en ese momento se creía que una nación nunca estaría en peligro si nunca llegara a sufrir una invasión extranjera. Esas nociones en torno a la importancia de fortalecer el *lebensraum* o espacio vital, sea espacio físico o espacio de poder, pronto adquirieron una escala mundial por lo que las ansias de expansionismo territorial no tardaron en aflorar en el “discurso geopolítico”, como ejemplo de este hecho tenemos a la temprana Doctrina Monroe elaborada por John Quincy Adams, que si bien es cierto que en principio tal doctrina fue concebida en respuesta a la restauración monárquica de Europa y su latente re-colonialismo europeo en las Américas a partir de 1823, también fue la primera estrategia expansionista militar y territorial de los Estados Unidos, la cual quedó legada en el famoso lema "América para los americanos".

Por lo que, con base en la evidencia histórica, prácticamente el 80% de la conformación actual del mapamundi político se definió en el millar de batallas del siglo XIX <sup>42</sup>, cuya territorialidad, en función de la geopolítica, presentó dos especificidades muy concretas: en las metrópolis y en aquellos lugares donde se gestó la "guerra en frío", la división política siguió al pensamiento posibilista; mientras que en las colonias o en las jóvenes naciones independientes, y demás lugares donde las “guerras eran más calientes”, la división política siguió al pensamiento determinista.

---

<sup>42</sup> 318 conflictos bélicos en el primer cuarto de siglo; 121 de 1826 a 1850; 452 desde 1851 y hasta 1875; y 110 confrontaciones militares para el resto del siglo. Como referencia, en el siglo XX sólo se dieron 535 batallas.

De modo que el siglo XX prácticamente nació bajo la militarización de su población con el objeto no de defender el territorio propio sino de conquistar y dominar a otros pequeños imperios. Cabe destacar que, en este estilo de vida castrense, como en cualquier otro, a ningún cabo o personal raso se le permitía opinar, actuar o criticar las acciones expansionistas. Bajo esas toscas manera de pensar, el devenir de los pueblos y sus recursos, en un desayuno del año de 1942 se decidió aniquilar a 11 millones de personas, en su gran mayoría judíos (Longerich, 2012: 309-310).

El ansia por los recursos naturales de América Latina ha sido tan grande y extensa que Gregorio Selser ha elaborado una pequeña enciclopedia sobre la cronología de las intervenciones extranjeras en toda América Latina. Dicha obra se divide en cuatro periodos históricos: de la fundación de los Estados Unidos en 1776 a la guerra contra México de 1847; de 1849 a la guerra contra España de 1898; de 1899 al fin de la Segunda Guerra Mundial en 1945; y del periodo de posguerra de 1946 hasta la invasión de Panamá el 20 de diciembre de 1989 (Selser y Fuentes 1994; Selser, 1994).

En la práctica, bajo el cobijo de tales doctrinas, empresas estadounidenses como la *United Fruit Company* ejercían una soberana influencia sobre la política interna de América Central desde finales del decimonónico 1899 hasta la década de 1970 del pasado siglo, mediante el abuso del poder económico, amenazas, violencia y sobornos a gobernantes deshonestos, incluso la *United Fruit Company* apoyada por la Agencia Central de Inteligencia (CIA) preparó un golpe de Estado contra Guatemala (Simon, 2003).

También el gobierno de los Estados Unidos formó e impulsó, material y financieramente, el movimiento de resistencia nicaragüense, denominado Contras. Como todos saben, esta relación quedó probada en la Corte Internacional de Justicia de 1984, al revelarse que el gobierno de los Estados Unidos durante la presidencia de Ronald Reagan entrenaba, armaba, financiaba y abastecía a los Contras, principalmente a través de la CIA, con la intención de derrocar al gobierno de tendencia de izquierda y socialista: Frente Sandinista de Liberación Nacional (Rivas, 1993).

Prácticamente, a la luz de la historia del siglo XX, Estados Unidos ha intervenido en todos aquellos países que cuentan con algún recurso estratégico pero que carecen de grandes y poderosos ejércitos. Por lo que algunos politólogos contemporáneos hablan de la economía o filosofía del despojo, la cual va desde petróleo, cobre, agua, productos alimenticios hasta territorios militares y comercialmente estratégicos (Cantor, 2013). El cuadro cinco da cuenta de algunas de las intervenciones que ha reconocido el gobierno de Estados Unidos.

Ahora bien, estricta y seriamente en términos geográficos, ninguna invasión tiene sustento científico, ni en el determinismo geográfico ni en los postulados geopolíticos elaborados por los geógrafos decimonónicos más destacados de Alemania. Por ejemplo, para Carl Ritter, la geopolítica es: La ciencia que, considerando a la geografía como la ciencia del globo viviente, estudia los aspectos culturales/morales y materiales del mundo, con vistas a prever y orientar el desarrollo de las naciones, en que influyen profundamente los factores geográficos (Ratzel, 1975).

Con la idea de “orientar el desarrollo de las naciones”, Ritter se refería a que sólo el conocimiento del territorio haría progresar a los distintos pueblos del mundo. desafortunadamente por más de un siglo los historiadores insisten en señalar y presentar a un militar como si fuera geógrafo, en efecto, prácticamente todos los historiadores del Centro del Sistema Mundo presentan al militar Karl Haushofer como si hubiera sido un geógrafo universitario, al estilo de Carl Ritter, Albrecht Penck o Karl Sapper. De hecho, Haushofer a la edad de 50 años fue titulado en geografía misteriosamente por la Universidad de Munich (François, 2015: 62).

Cuadro 5.

**Intervención política, militar y económica de Estados Unidos en el Mundo 1949-2011.**

<b>Participación encubierta de los Estados Unidos en el cambio de un régimen político</b>		
1949 Golpe de estado sirio	1961 Cuba, invasión de Playa Girón	1979-89 Afganistán, Operación Ciclón
1949-1953 Albania	1961 Cuba, Operación Mangosta	1980-92 Angola
1951-56 Tíbet	1961 República Dominicana	1981-87 Nicaragua, Contras
1953 Golpe de estado iraní	1963 Golpe de Vietnam del Sur	1982 Chad

1954 Golpe de estado guatemalteco	1964 Golpe de estado boliviano	1991 Haití
1956-57 Crisis de Siria	1964 Golpe de estado brasileño	1996 Intento de golpe de Irak
1957-58 Rebelión de Indonesia	1966 Golpe de estado de Ghana	2001 Afganistán
1959-2000 Cuba, intento de asesinato de Fidel Castro	1970 Golpe de estado camboyano	2004 Haití
1959 Camboya "Trama de Bangkok"	1971 Golpe de Estado boliviano	2011 Guerra civil libia
1960 Golpe de estado en Congo	1970 - 73 Golpe de Estado en Chile	2011-2017 Siria, Timber Sycamore

Fuente: Elaboración personal

Por otra parte, Haushofer puede ser acusado de haber acercado a las geociencias o ciencias de la Tierra a la política, o haber revelado el papel trascendental de las geociencias para el desarrollo de una región dada (hechos que han quedado manifiestos en su *Manual sobre la Geopolítica del Océano Pacífico*), sin embargo Haushofer siempre se mantuvo crítico contra el nazismo hasta que quedó bajo la mira de la Gestapo.

De allí que Frank Ebeling diga: aunque los nacionalsocialistas abusaron de la geopolítica de Haushofer, su influencia en el pensamiento de Hitler siempre ha sido sobreestimada, puesto que la geopolítica no le fue imprescindible a Hitler para perpetuar sus agresiones (Ebeling, 1994). En tanto que Nils Hoffmann dice: más que las concepciones espaciales, fueron las ideas raciales las que moldearon las ideas del dictador (Hoffmann, 2012).

Las ideas expansionistas no son propias a la geopolítica, más bien si se busca y se analizan algunos hechos complementarios, tales doctrinas expansionistas tienen su origen en fundamentalismos religiosos, en el caso de los Estados Unidos, particularmente en la Doctrina del Destino Manifiesto de 1845 que señala que, según los Estados Unidos tienen un mandato divino para expandirse, particularmente a través de la frontera del Pacífico occidental, que el cumplimiento de Estados Unidos es extenderse por todo el continente que ha sido asignado por la Providencia Divina, para el desarrollo del gran experimento de libertad y autogobierno (Díaz, 2003).

Al respecto, a primera vista se puede pensar que la historia atestigua o legitima que la dominación es crucial para el florecimiento de una región particular. Sin embargo, el problema estriba en que en este contexto de mundialidad, si queremos que todas y cada una de las regionales se desarrollen no podemos recurrir a la dominación, es decir, el único camino para el desarrollo real de cada una de las distintas naciones del mundo es el consenso sobre el uso de los recursos estratégicos. Empero es imposible dialogar en un mundo cuyos discursos académicos se encuentran en el mejor de los casos incompletos y en el peor de ellos totalmente sesgados. En efecto,

no es posible proponer una geopolítica del agua en un contexto académico donde la historia sólo realiza apologías adecuadas para la epistemología neoliberal.

Es decir, en la historia occidental u oficial, sobre el aprovisionamiento y uso del agua se da muy poco crédito a lo no helénico, a lo no occidental. Por lo que los arquetipos fundamentales e indispensables para el progreso etnodomótico son prácticamente inexistentes. Esto acarrea un problema ontológico fundamental, puesto que a nivel epistemológico tanto los proyectos de derecha o de izquierda quedan ceñidos a iniciativas occidentales, eurocéntricas, que al ser injertadas en otras latitudes terminan en sendos colonialismos.

Cómo ejemplo de esta ausencia se tiene el caso de la historiografía mexicana, que luego de un siglo sigue narrando las formas bélicas y políticas que tuvieron lugar en el territorio mexicano decimonónico, posponiendo de forma indeterminada la historia ambiental, hidrológica y técnica del país, sobre todo la historia del aprovisionamiento del agua en México. Dígase la verdadera historia para una geopolítica de México.

Por otra parte, otro freno que impide un diálogo serio y respetuoso tendente a consensar el uso y disfrute de los recursos estratégicos tiene que ver con los inventarios de los mismos. En efecto el cálculo de las reservas estratégicas es un arte reservado. Por ejemplo, el director de la CONAGUA recientemente confesó que no se sabe a ciencia cierta cuál es el estado y totalidad de los reservorios de agua que existen en México. Esta práctica, propia del modelo neoliberal, que en México optimizó el expresidente Carlos Salinas de Gortari al eliminar el Registro Nacional



Vehicular, el Consejo Nacional de Suministros Populares, entre otros organismos encargados de cuantificar recursos estratégicos, deja a los ciudadanos en plena incertidumbre sobre la disponibilidad de un recurso.

En efecto, el neoliberalismo, ya sea mediante el estado o las trasnacionales, en lugar de cuantificar con gran precisión, y de más curia propia del pensamiento moderno y geopolítico, prefiere especular y simular una carestía de algún recurso estratégico. A nivel mundial, en la era de la comunidad internacional instantánea, el pensamiento económico queda mal parado al no poder explicar la existencia del fenómeno de especulación en la era de lo instantáneo. Ejemplo: en Wall Street, se sabe perfectamente en tiempo real cualquier fluctuación que sufra el precio de un producto agrícola a consecuencia de algún fenómeno geodinámico que haya causado algún desastre. Sin embargo, ante un desastre en Wall Street los precios suben rampantemente mientras que en las distintas regiones productoras nunca se nota esa ley económica. Al contrario, en los países agricultores, la norma es la precarización y devaluación de los recursos estratégicos.

Finalmente, otro freno que impide avanzar en la teorización de la geopolítica como consenso de voluntades hacia el uso socializado de los recursos estratégicos tiene que ver con las formas tendenciosas en que se compara el consumo de los mismos. En efecto, en economía suele compararse el consumo por sectores: doméstico, industrial y de servicios, como si el usufructo final del consumo de un bien fuera el mismo después de haber pasado por una fábrica que por una casa habitación.

Para solucionar esas comparaciones espurias y carentes de sustento científico es menester comparar el consumo entre los elementos de cada sector. En ese sentido, el consumo de agua por uso doméstico tiene que contrastarse entre viviendas de determinados municipios o colonias. De igual modo el consumo de agua en el sector industrial debe dar cuenta de las empresas que más agua consumen, etcétera.

Dentro de la lucha ontológica que vive el mundo actual (Jameson, 1995) tal parece que el sistema científico, en su gran mayoría ha llegado a un callejón sin salida, caracterizado por su afán de publicar o seudo innovar en lugar de crear conocimiento nuevo. En efecto, siguiendo las pautas de la división social del trabajo y de los roles de las universidades alrededor del mundo, tan pronto un grupo de investigadores "crean" un nuevo paradigma o concepto, éste es reproducido por millones entre las trasnacionales monopólicas de los libros. El resultado es una vorágine de neologismos que, más por moda intelectual que por rigor científico, el neófito estudiando debe consumir, de lo contrario será etiquetado de atrasado, obsoleto o carente de la comprensión del mundo contemporáneo.

Sin embargo, cómo se ha dicho, este proceder es un callejón sin salida en la medida que el análisis de la nueva pléyade de neologismos se queda encapsulado en el mismo nivel epistemológico de sus conceptos precedentes. El único cambio real estriba en que cada nueva generación de académicos se enfrenta a un estado del arte cada vez más grotesco e inmenso. Bajo tal situación la mayoría de los jóvenes investigadores terminan aceptando la tradición neoliberal, más por la sencillez de su estado del arte que por su rigor científico.

Un ejemplo claro de esta problemática se presenta en el discurso del marco categorial de la geopolítica que ha transitado por las nociones de imperialismo, dominación, colonialismo, teoría de la dependencia, sistema mundo, centro periferia, globalización, mundialización, balcanización, colombianización, cocalización, magdonalización, googleización, y un etcétera muy amplio. No queremos innovar otro concepto más para explicar las formas en que procede la ideología ecocida y etnocida, sino más bien se intenta romper este círculo vicioso atorado en el nivel epistemológico y dirigir el análisis hacia una reflexión ontológica capaz de cimentar un camino o intercambio más justo entre los pueblos dueños de los recursos estratégicos y los pueblos consumidores de los mismos. Bajo ese marco, se aborda la geopolítica del agua en Nuevo León.

Para ello, luego de exponer, a bote pronto, la historia del abasto de agua, se insiste en indicar y seleccionar todos los arquetipos disponibles (condensados del capítulo 1) que la sociedad en general puede optar por revalorizarlos y ponerlos en práctica, de modo que se rompa el mito de que el neoliberalismo es el único modo de vida socioambiental posible.

Otro problema que impide lograr la anhelada acción comunicativa entre científicos y el dialogo de saberes en torno al uso y reparto más social de los recursos estratégicos tiene que ver con la forma en que se concibe el avance tecnológico y su relación con la generación de patentes, con los derechos de propiedad y la curiosa obsolescencia del resto de tecnologías que quedan libres de patente. En efecto, en nuestra forma occidental, de producir y reproducir el espacio, todo avance

tecnológico significa una oportunidad de crecimiento económico, más por los derechos de autor y las patentes que por la evolución del desarrollo mismo. En efecto, el desarrollo tecnológico, como cualquier proceso social tiene una historia, una evolución, por tanto, dicho desarrollo tecnológico, dentro del modelo neoliberal y bajo la forma política democrática de los estados modernos occidentales, queda supeditado a una fecha de democratización o socialización.

El no socializar el saber científico tecnológico, dentro de las democracias contemporáneas implicaría una simulación de progreso social, incluso iría contra el espíritu científico que impulsa hoy en día a las sociedades del conocimiento. Por eso hoy en día es impensable que alguna compañía trasnacional o estado nación guarden secretos tecno-científicos más allá de 10 o 20 años, tiempo promedio que los tratados y acuerdos internacionales marcan como límites máximos para usufructuar una patente o desarrollo tecnológico. Por lo que en teoría, luego de un par de décadas un desarrollo tecnológico tras recuperar su inversión, este cede su patente o “secreto” al dominio público para que otros grupos de la sociedad civil, si están interesados en dicha tecnología, puedan replicarla. Esta es la base de la transferencia científica tecnológica positiva, puesto que existe una práctica de transferencia de reciclado tecnológico negativo. Como el caso de los autos discontinuados y viejos de Estado Unidos que ingresan por el norte de México.

Dentro de las prácticas de transferencia tecnológica positiva podemos citar los exitosos casos del sector farmacéutico y alimenticio: en México el 8 de septiembre de 1997 surgió la fundación farmacias similares, gracias a la liberación masiva de miles

de patentes farmacéuticas del vecino país del norte. El éxito de la empresa se debió a que sin la presión fiscal y comercial pudo ofertar medicamentos hasta con 900% de descuento; del mismo modo las tiendas tres B abrieron sus puertas en febrero de 2004 (operando bajo el modelo *Hard Discount* o gran descuento), donde, gracias a la liberación masiva de miles de patentes alimenticias del vecino país del norte, ofrecen alimentos de marcas no posicionadas, dígame libres de patente, con tal maniobra pueden ofrecer alimentos hasta con 500% de descuento.

Con estos sendos ejemplos, queremos ilustrar que el desarrollo tecnológico no tiene fecha de caducidad y de paso señalar que el progreso de una sociedad está más emparentado con la organización y administración social que con las modas económicas. Sin embargo, debido a que los empresarios de hoy en día emprenden proyectos más para palear sus deudas financieras que para equilibrar o reducir la brecha social, sus propagandas hacen que entre el ambiente académico exista una especie de tendencia de considerar y ver a lo nuevo como lo mejor, como lo productivo, y a lo antiguo como lo atrasado e improductivo. Cabe decir que por eso no hay continuidad histórica entorno a la irrigación urbana, ni siquiera de manera estética. Por tanto: Hay paisajes y regiones desprovistas de tecnología hidráulica en pleno siglo XXI, al tiempo que los tecnócratas monopolizan el abasto de dicho líquido.

También existe una visión que hace suponer que todo lo científico y tecnológico no es parte del saber cultural de un pueblo y que, por lo tanto, todo desarrollo tecnológico es premisa exclusiva de las instituciones educativas. Esta visión, además

de mantener separados los discursos de la cultura por un lado y el de la tecnología por el otro, es errónea, y es la razón que le ha arrancado a la sociedad la capacidad de asirse y empoderarse de las tecnologías que año con año quedan libres de patentes, pues se piensa el espacio más como una dotación que como una producción. Sin embargo, recordemos que el espacio es una producción social caracterizada por las imbricaciones antiguas y presentes (Tovar, 2015).

#### **4.2 La geopolítica histórica del agua en México**

Hechas las salvedades se describe, caracteriza y pondera el valor estratégico de principales elementos geopolíticos del recurso agua dentro del contexto del Estado de Nuevo León, México.

En México, en términos históricos, el abastecimiento de agua ha transitado desde la captación difusa o desperdigada, que se venía desarrollando a partir del siglo XIX, la monopolización de estado de mediados de siglo XX, hasta la monopolización privada del agua propia del neoliberalismo de fin de siglo XX y comienzos del XXI. De hecho, desde esa perspectiva histórica, el gobierno decimonónico, por imitar la agenda geopolítica de los Estados Unidos de América, siempre se decantó por la consolidación de la red ferroviaria que por el equipamiento hidráulico.

El grueso de la generación política del último cuarto del siglo XIX entendía que la construcción de grandes presas sobre los ríos del occidente de México, desde Oaxaca hasta Sonora, comprometía la unidad de la naciente república. Por lo que Los Científicos de Porfirio Díaz, aunque conocían la patente de cemento artificial que

el inglés Aspdin logrará allá por 1824, así como la capacidad estructural del concreto armado que el francés Vicat demostrara en 1855, no tuvieron la voluntad de construir presa alguna con dichas técnicas, con excepción de la cortina de mampostería de San José de San Luis Potosí erguida en 57 años. Al parecer, las visiones centralistas apostaron en consolidar la red ferroviaria, para que acto seguido, ucrónicamente, se inaugurará el progreso hidrológico nacional.

Sin embargo, Los Científicos no previeron las dos grandes olas de sequía que azotaron al país hacia la segunda mitad del siglo XIX. Otro error de ese tiempo fue que la política agroalimentaria de ese siglo recayó en la unidad productiva del periodo colonial, la Hacienda. El problema fue que el crecimiento de las haciendas fue mucho menor que el de los ranchos. Recordemos que, desde el punto de vista hidrológico, una hacienda es un rancho, pero con infraestructura hidráulica, tal como: aljibes, atarjeas, acueductos de arco, túneles hidrológicos, norias, cisternas y demás reservorios de agua tendentes a garantizar cuotas de producción anual (Von Wobeser, 1983: 49).

Llama poderosamente la atención que: mientras en la costa sur de México, entre 1877 y 1910, el número de haciendas se duplicara y el de los ranchos se triplicara, o bien que en el centro de la nación el número de haciendas disminuyera y el de las rancherías se triplicara; en tanto que el norte árido de México, paradójicamente, el número de haciendas se duplicara y el de los ranchos se quintuplicara.

Por ejemplo, según las estadísticas de la Secretaría de Economía (1956), el número de haciendas en los estados de Tlaxcala, Morelos, Michoacán, Guerrero Aguascalientes, Puebla y Veracruz se mantuvieron sin aumento, de igual modo, el número de ranchos en los estados del Distrito Federal y Tlaxcala no presentaron aumento. Luego, los estados de Campeche, México, Yucatán, Quintana Roo y Nayarit, aumentaron 10% en la construcción de haciendas, en cuestión de rancherías los estados que aumentaron en esa proporción fueron Oaxaca, Campeche, Aguascalientes, Quintana Roo y Nayarit.

Los Estados Oaxaca, Durango, Colima, San Luis Potosí, Hidalgo, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, aumentaron en un 50-60% la construcción de haciendas. Por otro lado, los estados que aumentaron su número de rancherías entre un 50-60% fueron, Querétaro, Yucatán, Puebla, Zacatecas, Colima. Ahora bien, los estados donde la construcción de haciendas creció entre un 100 y un 300% fueron: Coahuila, Sonora, Nuevo León, Chihuahua, Tamaulipas. Sin embargo, en este periodo hubo rancherías que aumentaron al quíntuple como: Coahuila, Guanajuato, Chihuahua, Sonora, Michoacán, Jalisco, Veracruz, Hidalgo, Morelos, Nuevo León y México.

En concreto de 1877 a 1910, las haciendas pasaron de 5,832 a 8,431, mientras que los ranchos crecieron de 14,685 a 32,537. Quiere decir que las unidades productivas vinculadas con el desarrollo agropecuario y provistas de tecnologías del agua crecieron a razón de 1.3% anual, mientras que las unidades productivas vinculadas con el desarrollo agropecuario pero desprovistas de tecnologías irrigación crecieron a razón de 3.6% anual. Sin embargo, una comparación cruzada, nos ayudará a



dimensionar el problema de mejor forma, esto es: la tasa de crecimiento anual de unidades de producción agropecuaria sin tecnología del agua, respecto de las de producción con tecnología hídrica, de 1877 a 1910, fue de 13.8%, el mismo caso, pero para el norte de México fue de 10.3%. Quiere decir que 82 de cada 100 unidades agroalimentarias del centro de México no tenían forma de sobrevivir a la gran sequía de finales del siglo XIX, o bien 71 de cada 100 unidades agroalimentarias del norte de México tampoco pudieron hacer frente a tremendo fenómeno de escasez natural de agua. Por lo que, de momento, podemos conjeturar que la naciente geopolítica del agua en México, a comienzos del siglo XX, se caracterizaba por un escaso desarrollo científico, una prolongada sequía y muchas guerras intestinas.

Es bajo esa coyuntura que la párvula nación mexicana se adentró a la administración de su territorio, en donde, casi siempre, sus gestores en turno nunca tuvieron conocimiento de las características geográficas primordiales. Ante la ausencia de esta condición geopolítica fundamental, la distribución de la riqueza de México cayó más en imaginarios, que en esta ocasión no se discutirán, que en hechos reales. Para romper con esos imaginarios en los párrafos subsecuentes se da a conocer brevemente y de forma objetiva las características geográficas, agrícolas, y la tenencia de la tierra para poder dimensionar el origen de la geopolítica del agua en México y particularmente en Nuevo León.

Las características geográficas de nuestro país condicionan una escasez natural de tierras aptas para la agricultura, es decir, menos del 20% del territorio presenta

características adecuadas para el desarrollo de dicha actividad (Coll, 1985: 45). Otra limitante tiene que ver con la tenencia de la tierra, la cual está concentrada en unas cuantas manos, a saber: 60% del territorio nacional le pertenece a menos de tres mil familias oligárquicas de México; 13% a alrededor de 20 mil familias de clase media; mientras que 22% de la superficie nacional la detentan más de 100 mil familias ejidales (Coll, 1985: 50). Actualmente el 46% del territorio nacional fue vendido a manos extranjeras (La Jornada, 2015). En otras palabras, menos del 10% de la población total del país son dueños del 95% del territorio nacional. Por estados Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas tienen la supremacía de la propiedad privada, pues absorben más de la mitad de toda la superficie privada del país: 40 millones de hectáreas. (Coll, 1985: 52).

Es cierto que los movimientos armados de 1910 trataron de erradicar dicha asimetría socioterritorial, pero también es cierto que las contrarreformas llevadas a cabo desde el sexenio del presidente Manuel Ávila Camacho hasta las de Enrique Peña Nieto han terminado por potenciar una estructura neoliberal en torno a la tenencia de la tierra, lo que conlleva a una alteración profunda de la estructura social del país, puesto que en términos reales el promedio de la superficie de labor en manos de un particular es de 29 hectáreas mientras que para los ejidatarios es de poco menos de 2 hectáreas (Coll, 1985: 58). La situación se agrava dado que el 80% de la superficie de labor de México se constituye por tierras de temporal de lluvia, llegando a casos extremos como Quintana Roo, Yucatán, Guerrero, Tlaxcala en donde representan casi la totalidad de las tierras cultivadas.

Ahora bien, el vínculo de esta breve descripción de la situación agrícola de México para con la geopolítica del agua, tiene que ver con que prácticamente el desarrollo agrícola consiste en tres maniobras, que sexenio a sexenio, se repiten: 1) impulso a grandes obras hidráulicas; 2) creación y ampliación de ciudades agrícolas, tales como Hermosillo y Cd Obregón, Sonora, Delicias, Chihuahua y Torreón, Coahuila; y 3) subdesarrollo o pseudodesarrollo por cuencas hidrográficas. Estas condicionantes han dado origen a que en 2015 México sólo cuente con 6.2 millones de hectáreas bajo riego, lo que equivale a poco menos del 4% de la superficie total nacional, y que en estados como Baja California Sur el 93% del riego se corresponde con la propiedad privada; en tanto que en Sonora sea de 71% y en Quintana Roo, en donde históricamente la tenencia es casi totalmente ejidal, la propiedad privada detenta el 64% de las tierras regadas (Coll, 1985: 64).

Esa es la razón por lo que en México la agricultura, digamos la agricultura ligada a la soberanía alimentaria, ha tenido un movimiento de retroceso, se verifica: en 1950, las actividades agrícolas participaron con casi el 12% del producto interno bruto (PIB): en tanto que en 1960, lo hizo con el 9.8%; luego en 1970, con el 7.1%, en 1975, con el 5.6%. (Coll, 1985: 13). Mientras que en el año 2000 con el 5.4%, en 2005 con 5.6%, y de 8.6% para 2016, aunque este último dato muestra un repunte, se puede considerar como una estadística espuria o un falso patrón puesto que en él la ganancia es más por especulación que por producción real, de hecho como se sabe, desde hace medio siglo, México, dígame la cultura milenaria del maíz, perdió su soberanía alimentaria al tiempo que tres mil familias se han apoderado de la tierra y el agua de la nación.

Además, geopolíticamente, los gestores del territorio mexicano a comienzos del siglo XX se enfrentaron a otro problema secundario, pero de capital importancia, vinculado al campo de la información científica y tecnológica. Me refiero a los motivos por los cuales se desencadenó una serie de quemados (destrucción) de registros económicos, demográficos, históricos y geográficos que durante cuatro siglos, las haciendas de México habían guardado, tales como: 1) renegociar el endeudamiento de los hacendados para con las autoridades del México independiente, 2) desde 1861 la expropiación de bienes eclesiásticos condujo a utilizar los manuscritos históricos, cartográficos y de agrimensura propios de los conventos para la elaboración de piñatas, pirotecnia y como combustible de hogueras, 3) los libros de las viejas bibliotecas de conventos, casas de retiro, curias y casonas también fueron utilizados como complemento de las letrinas, y 4) los pocos documentos que se salvaron de la aniquilación terminaron en bibliotecas extranjeras, los casos más conocidos al respecto son los de Boturini y de Clavijero (Báez, 2004).

Para el caso de la geopolítica del agua en México, es de suma importancia reconocer que México sufrió un largo periodo de guerra e inestabilidad política, que inició unos años antes de 1810 y que terminó no antes del fin de la guerra cristera en 1936. Una de las consecuencias más difíciles de superar o de cubrir fue la escasez de información en torno a las condiciones geográficas en general, e hidrológicas en particular. Este hecho por minúsculo que parezca es muy trascendente, ya que todavía hasta el final del siglo XX aún se hacían “afirmaciones” sin sustento en torno a las condiciones hidrológicas del último medio milenio que vivió México. En efecto, muchos autores a pesar de no conocer la historia, no narrada, del agua, tanto del

periodo prehispánico, colonial, como del México independiente, se atreven a hacer afirmaciones sin sustento, como el caso de Coll (1985: 62), quien categóricamente afirma que en México nunca se dio un sistema de riego estatal sino hasta 1921.

Ahora bien, para que un pueblo no desaparezca culturalmente, de acuerdo con Santos (1996; 2000) los agentes locales deben revalorar o construir su historia. Por tanto, debido a que el estado de Nuevo León carece de una versión histórico ambiental del recurso hídrico, esta geopolítica del agua, cómo se ha visto inició con una descripción de la historia de los arquetipos del abasto de agua, que, si bien no es la más concluyente, supera los huecos que en esta materia por más de 30 años el archivo histórico del agua y otras instancias académicas no ha querido realizar. Además de que sirve para construir otro camino político para allegarse el recurso en cuestión.

Una situación semejante se vive con la estimación del abasto de agua, por eso el segundo capítulo de esta geopolítica del agua trató de resolver mediante métodos científicos la pregunta ¿Cuánta agua subterránea, a modo de reserva, dispone el estado? Pues las estimaciones anteriores, tanto gubernamentales como privadas, son muy inciertas y especulativas. De modo que con el cálculo propuesto se tiene otro punto de vista científico, el cual puede contribuir a definir, pulir o refinar el futuro de la política del abasto de agua en Nuevo León. A continuación, se darán algunas especificidades históricas y técnicas relacionadas a la geopolítica del agua en Nuevo León.

### **4.3 La geopolítica del agua en Nuevo León**

El estado de Nuevo León desde su fundación sufre de un estrés hídrico constante (Ortega, 2012), mismo que cada año se incrementa de forma exponencial a consecuencia de la falta de interés por atender cinco arquetipos históricos entorno a la geopolítica del agua, a saber: sistemas de derivación para prevenir inundaciones; balconamiento de ríos intermitentes; recarga artificial de galerías y cisternas naturales; distribución de pilas, piletas y fuentes públicas; y dotación de bombas hidráulicas a base de fuerza mecánica.

En términos geopolíticos, la inexistencia de un sistema lagunar o potamológico de derivación hidrológica para prevenir inundaciones huracanadas o torrenciales es el problema más grave que tiene una zona metropolitana con más de 5 millones de habitantes. Esta desatención desde una óptica histórica es la que ha dejado más muertos, recordemos que tan sólo el huracán Gilberto dejó más de 250 víctimas mortales a su paso por la ciudad de Monterrey.

La génesis de esta desatención hidrológica ha tenido múltiples interpretaciones, desde las explicaciones económicas que miran este problema como un caso de subdesarrollo hasta las ingenieriles que se enfocan en obras paliativas para convivir con el problema de las inundaciones, sobre todo las de los ríos Santa Catarina y río La Silla. Sin embargo, se aboga por un problema psicológico denominado complejo colonial como causa de la inmovilidad geopolítica para atender el problema de las inundaciones torrenciales que vive la ciudad de Monterrey y su zona metropolitana década tras década.

Las características principales de este complejo de colonia, de dominado, o de esclavo como también se le conoce, tiene que ver con la predisposición geopolítica de esperar a que se decida que hacer desde un exterior, este último más imaginario que real. Esta delegación de las responsabilidades territoriales a una ficción geopolítica, además de nutrir un malinchismo, ha dejado a una de las metrópoli más productiva de México, económicamente hablando, sin mapas de riesgos contra inundaciones torrenciales, sin planes de acción adecuados ante situaciones de emergencia ante torrentes inesperados, sin las respectivas señaléticas y demás advertencias de las zonas propensas a inundaciones severas. Pero sobre todo sin los colegios de graduados y posgraduados de profesionales adecuados para atender esta problemática, tales como: planificadores urbanos territoriales, historiadores, meteorólogos, climatólogos y geógrafos.

La historia prehispánica, sobre todo la de la milenaria cultura mixteca, nos enseña que un pueblo enclavado entre montañas áridas vive de la administración de sus cauces de agua mediante el balconamiento de ríos perenes e intermitentes. Este segundo problema geopolítico del agua en Nuevo León tiene su génesis en la evolución demográfica, tecnológica y económica que tuvo la región a lo largo del siglo XIX y XX como se reseña en el capítulo primero, la tecnología hidráulica a nivel mundial tuvo un retraso respecto de las tecnologías ferroviarias, este retraso aunado a la relativa escasa población que tuvo el septentrión hasta bien entrado el siglo XX son la causa de la evidente ausencia de una cultura de represamientos efímeros. En efecto, los represamientos temporales de ríos y arroyos intermitentes propios del sur del país, dada la escasez de mano de obra y la enormidad de las distancias del norte

de México limitaron las tecno-culturas del represamiento del agua de los principales ríos de Nuevo León. Al grado tal que hoy en día aún se duda de la viabilidad de dragar, escalonar y generar espejos de agua sobre los más de 30 kilómetros que tiene el río Santa Catarina a su paso por la zona metropolitana de Monterrey.

En este contexto cabe señalar que mientras en Estados Unidos el 30% de las obras hidráulicas menores están confinadas para el uso recreativo, estético y lúdico, tendentes a incrementar o mejorar el confort bioclimático de las regiones áridas de aquel país (USAGOV, 2015), en la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey su principal río durante más de un siglo de vida moderna no ha sido valorado dentro de los estándares de la corriente medio ambiental.

Ahora bien, la mayoría de los estudios sobre la variabilidad climática natural y el cambio climático antropogénico, para el caso del noreste de México, pronostican un proceso de desertificación de considerables proporciones, caracterizado por la escasez de agua durante periodos prolongados (quinquenios completos), pero interrumpidos por ocasionales y puntuales pero severos eventos de tormentas torrenciales. Esta situación de aridización del paisaje subtropical que experimenta desde hace un par de décadas el estado de Nuevo León ha tomado por sorpresa a la mayoría de sus habitantes, puesto que del millón de casas habitación con que cuenta la zona metropolitana de Monterrey, más del 80% no cuentan con sistemas de cisternas ni tanques de almacenamiento individual. Esta situación geopolíticamente ha puesto a Monterrey como la ciudad con la mayor cantidad de población hídricamente vulnerable.



Para evitar presiones y malas negociaciones el gobierno en turno debe promover una campaña tendente a la construcción de cisternas en casas habitación, y de manera concomitante el estado debe crear grandes sistemas de cisternas o emplear las galerías calcáreas de la región como centros de depósito y almacenamiento de este líquido cuyo valor a todas luces se incrementará de manera exponencial en las próximas décadas. De lo contrario cualquier año seco siempre generará especulaciones sobre el abasto de agua y sus consecuentes erradas decisiones en torno al trasvase de agua de una cuenca a otra.

Por otra parte, como nos ha enseñado la historia, las obras hidráulicas al paso de los años terminan formando parte del orgullo regional, dígase identidad puesto que los sistemas de abastecimiento de agua no terminan con la dotación del vital líquido sino con la forma simbólica en que los usuarios la reciben al tiempo que reverencian el lugar de donde la toman.

Recordemos cómo en la antigüedad prehispánica los borbotones y demás manantiales eran coronados con estelas y obras megalíticas, como la pila en riolita de los baños de Nezahualcoyotl, allá en Tezcatzingo, Estado de México. También es necesario recordar las bellísimas cajas de agua esculpidas en cantera rosácea de la ciudad de México o de San Luis Potosí, donde luego de recorrer decenas de kilómetros, el agua era exhibida de forma casi suntuosa.

Sin embargo, durante el México modernista y secular del siglo XX poco a poco el gusto o uso estético del agua fue quedando en el olvido, pues un falso discurso progresista arrinconó a las artes y a las humanidades al grado tal de excluirlas de la

vida cotidiana. Esta es la razón geopolítica por la cual todos los vertederos, y arroyos que discurren por el cerro de La Silla se encuentran alarmantemente contaminados, rodeados de neumáticos, aceite automotriz y heces fecales, cuando apenas hace un siglo en tales remansos nadaban peces entre bellas aguas cristalinas<sup>43</sup>.

La única forma de recuperar estos espacios hídricamente estéticos es fomentar una recia y constante política de cajas de agua a piedemontes y un departamento exclusivamente enfocado a la construcción y mantenimiento de cajas, pilas, piletas y fuentes de agua públicas. El caso de las pilas de agua, es una agenda tremendamente pendiente en el Estado de Nuevo León, pues las visiones planificadoras de corte mercantilista que vive la zona metropolitana de Monterrey, dada su cosmovisión antropocéntrica han olvidado que la humanidad no habita solamente el espacio geográfico sino que lo comparte con una fauna endémica, la cual dada el tremendo proceso de antropofagia que ha sufrido esta región del país, dicha fauna no tiene espacios naturales en donde aprovisionarse de agua. De allí la importancia de tener pilas estratégicas, para dale de beber a aquellos seres que hoy se extinguen, pero cuyos genes llegaron primero al territorio que hoy denominamos Nuevo León.

Por último, la ciudad de Monterrey, al igual que muchas megalópolis, sufre del robo hormiga en todos los servicios que brinda a su población. Por lo que el suministro de agua no es la excepción. El robo hormiga del agua en Nuevo León no está

---

<sup>43</sup> Recuperar de manera integral los arroyos urbanos implica repoblar a estos con fauna endémica, como el caso del langostino del desierto, hoy en peligro de extinción pero cuya reproducción en El Sabinal puede brindar una oportunidad para la visión sustentable.

estudiado, es decir, no sabemos cuántas tomas clandestinas de agua existen, lo único cierto es que ese robo hormiga a veces se confunde o se encajona en el rubro fugas de agua, que según el periódico El Norte, las fugas de agua en la zona metropolitana de Nuevo León ascienden al 30% del abasto estatal. Al respecto, si eso fuera cierto, tales fugas tendrían que ser subterráneas, pero al estar constituido el subsuelo de Monterrey por material impermeable, tal 30% de fugas de agua tarde que temprano tendría que aflorar a la superficie. Sin embargo la citada ciudad se caracteriza por la aridez de su traza urbana.

En realidad, el robo hormiga del agua es un pleonismo de la cosmovisión neoliberal bajo la cual operan las distintas administraciones gubernamentales. En efecto, el gobierno en lugar de empoderarles el agua a sus ciudadanos, al contrario, retomando el mito de tántalo, se las vende. Tal atrocidad, los economistas contemporáneos suelen justificarla con el mal obrado tema de la tragedia de los comunes.

Lo cierto es que, la falta de tomas de agua individuales (bebederos, grifos, bombas hidro-mecánicas), sobre todo en los lugares de trabajo produce una relación de 1/10 en cuanto al costo por consumir agua para hidratarse personalmente. En efecto el costo por persona por consumir agua en casa equivale anualmente a \$1,100 pesos, mientras que el costo por persona por consumir agua en el trabajo equivale anualmente a \$10,800 pesos. Para cada jefe o jefa de familia (proveedor económico) el costo de hidratar a una familia de 5 personas anualmente es de \$5,500 pesos. Eso significa que una familia promedio de la zona metropolitana de Monterrey gasta por

lo menos \$16,300 pesos en hidratarse anualmente, pues en este cálculo no se consideró el consumo de agua que las hijas e hijos beben durante las horas de escuela. Como vemos, el negocio por hidratar a la población de Monterrey tiene un potencial de ganancia de alrededor \$16,500 millones de pesos anualmente<sup>44</sup>.

Por lo tanto, las preguntas clave son ¿cuánta agua hay en Monterrey? Geopolíticamente ¿Qué tanto, el agua de Monterrey se apega a la ley de la oferta y la demanda? ¿Cuál es la reserva de agua, según la voz del gobierno, la de las empresas y la que realmente existe? Al respecto, estrictamente desde el punto de vista científico es muy complejo saber cuánta cantidad de agua hay en un territorio determinado, esto debido a varios factores técnicos, coyunturales y culturales.

Por ejemplo, las ciencias involucradas en la estimación de las reservas hidrológicas son de reciente creación, tomemos el caso de la climatología, cuyos postulados absolutamente modernos nacieron hacia finales de la década de los años sesenta del pasado siglo XX. Con esto se quiere señalar que la humanidad en su conjunto no tiene experiencia en climatología como para determinar a partir de observaciones adecuadas la cantidad de agua que va a precipitar durante las siguientes tres décadas.

De igual modo, en México no existe un instituto de potamología ni ninguna red potamológica que monitoree en tiempo real el nivel de los distintos caudales, lo mismo ocurre con la geohidrología, la paleoclimatología, la paleohidrología. Tampoco

---

<sup>44</sup> Con tal presupuesto se podrían mantener cuatro veces el funcionamiento de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

existe el instituto de sequías y aridización, y vaya que este urge en un país con 80% de su territorio semiárido. Ahora bien, respecto a los modelos climatológicos, se puede argumentar que su talón de Aquiles estriba en la falta de resolución, pues con las mallas de 2 o 3 km por lado no es posible calcular con precisión la disponibilidad de agua.

Ahora, desde el ámbito cultural, no existen estudios espacio-temporales, diacrónicos y sincrónicos del consumo de agua que practica la sociedad nuevo leonesa. Hasta la fecha no se sabe si es el sábado por la tarde, o el domingo por la mañana la hora en que el grueso de la población lava su ropa, tampoco se sabe qué día de la semana es el que mayor consumo de agua tiene. Tampoco se conocen las técnicas de lavado más eficientes o ahorradoras, de modo que algunos hogares usan más agua que otros para lavar la misma cantidad de ropa. De igual modo, se desconoce qué tipo y calidad de telas son las más eficientes para el ahorro de agua en el clima de Nuevo León, lo único que se advierte de manera empírica es que el grueso de la población laboral usa mezclilla, una de las telas que mayor cantidad de agua consumen a la hora de su lavado.

Como se observa, es muy difícil determinar la cantidad de agua que existe en el estado de Nuevo León, de modo que a lo largo de los años han surgido varios estimados procedentes, tanto del sector público como del sector privado, los cuales se comentan y comparan con un cálculo efectuado mediante el uso de un análisis espacial y de percepción remota que se elaboró para el acuífero de Mina.

En el año de 2010 la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) con el apoyo del presidente Felipe Calderón Hinojosa, autorizó un volumen de 15 metros cúbicos por segundo de aguas nacionales de la cuenca del río Pánuco para asegurar el suministro del Área Metropolitana de Monterrey (Lara, 2014). Dicha área urbana de acuerdo con su mecanismo administrador Agua y Drenaje de Monterrey tiene un promedio (2000-2011) de consumo anual máximo de 300 millones de m<sup>3</sup>, por lo que la dotación señalada, equivalente a 473 millones de m<sup>3</sup>, de entrada, duplicaría la oferta del vital líquido (*ibid.*).

Desde el ámbito ingenieril, las fuentes de agua de la zona metropolitana de Monterrey son cuatro: tres presas (cerro Prieto, Cuchillo y La Boca), y un sistema de bombeo de agua subterránea. La disponibilidad, promedio anual, de agua que proporcionan estas fuentes son: presa Cerro Prieto 500 millones de m<sup>3</sup>; presa Cuchillo 150 millones de m<sup>3</sup>; sistema de agua subterránea 100 millones de m<sup>3</sup>; y presa de La Boca 30 millones de m<sup>3</sup>. Como vemos, la disponibilidad, promedio anual, de agua para la zona metropolitana de Monterrey es de 780 millones de m<sup>3</sup>, mientras que su consumo anual, al 2017 es de 310 millones de m<sup>3</sup>.

Ahora bien, si el 70% de ese consumo, según el Observatorio de la Sustentabilidad (IINSO, 2017), lo realiza la población en general. Con tales volúmenes de agua, el abasto para dicha zona metropolitana está garantizado para 30 años. De modo que las obras potabilizadoras podrían iniciarse perfectamente en el año 2030, previamente, luego de hacer un estudio pormenorizado y sobre todo sistematizado del uso y cultura del agua en la zona metropolitana de Monterrey. Aunque no está

demás señalar que una campaña de uso y cultura del agua eficiente podría extender la vitalidad de las fuentes de agua en comento hasta el año de 2060. Es decir, un uso responsable, ecológicamente sustentable, con un sistema de reciclado, sanitariamente seguro, garantiza el abasto de agua para la zona metropolitana de Monterrey hasta el año de 2060, incluso hasta el 2070.

Sin embargo, un grupo de economistas convencidos por la retórica de los neoliberales del Banco Mundial, mediante un cálculo econométrico hacia el 2014 aseguraban que la disponibilidad del agua para la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey sería insuficiente para el año de 2020, por lo que era urgente asegurar y duplicar el abasto de agua antes de la fecha señalada como punto de no retorno de un desastre hídrico de incalculables pérdidas económicas (Sisto, Ramírez, Aguilar-Barajas, y Magaña, 2016).

Al respecto, un grupo de empresarios, cercanos al emporio del finado Zambrano, (alias el zar del cemento) apoyaron, sin ningún reparo ni análisis hidrológico, potamológico ni hidrogeológico, una propuesta para abastecer y duplicar la disponibilidad de agua de la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey. Tal propuesta consistía en tender un acueducto de concreto y hormigón de 2.5 metros de diámetro, 1.1 metros de grosor y 370 kilómetros de largo. Para el año 2016, dicho proyecto quedó encarpetado.

En retrospectiva, se ve ese proyecto más como una salida a la crisis de sobre producción cementera que desde el año 2000 sufre la industria del cemento en México. Cuyo excedente equivale a más de 10 mil toneladas por año, por lo que las

empresas trasnacionales de la construcción buscan a toda costa “emplayar” cualquier obra de concreto y hormigón: desde sustitución de asfalto por cemento, hasta construcciones ferroviarias incompletas. Aunque lo verdaderamente grotesco fueron los 60 mil millones de pesos que iba a costar su construcción, equivalente a 160 millones de pesos por cada kilómetro de acueducto construido.

El argumento técnico que oficialmente se empleó para revocar dicho proyecto señalaba que era un proyecto ecológicamente inviable e insustentable, socialmente irresponsable. Sin embargo, a comienzos de 2017, la idea original volvió a ponerse en el escritorio de la burocracia. Cuyo único cambio estriba en la localización geográfica de la bocatoma, pues está en la versión original fue situada en el Panuco, y ahora en la versión Monterrey VI edición 2017, la localización geográfica de la bocatoma estaría en otro sitio.

Por tales circunstancias me atrevo a decir que un pueblo no puede ni debe perder la capacidad ni el saber de cómo abastecerse de agua, de cuantificar las reservas del vital líquido, pues esa es la raíz de la dependencia económica. Por ejemplo, un simple chapuzón en el río Santa Catarina, La Silla, Topo Chico, o Pesquería, hace apenas 40 años no costaba un sólo centavo, ahora para disfrutar de un único día de balneario al año cuesta \$500 pesos en promedio por persona. Monterrey VI son ideas mercantilistas tendentes a perpetrar una cosmovisión que mira como una oportunidad de negocio la cultura del despilfarro y desarraigo hídrico que vive la sociedad nuevoleonense.



Por tanto, antes de desagregar la cultura del despilfarro hídrico que se fomenta en la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey se señala un aspecto de trascendencia para el estilo civilizatorio que se practica en dicha ciudad. Me refiero a la extracción y cuantificación del agua subterránea y a la falta de distinción entre agua subterránea y agua geológica o agua fósil.

Al respecto, el cálculo de disponibilidad del agua subterránea para la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey se elaboró considerando los máximos y mínimos de precipitación, así como la clasificación climática de Köppen pero modificada por García (2004). También se tomó como ejemplo al acuífero de Mina, inscrito en la sub-cuenca Bravo-San Juan, cuyo clima en su parte alta de la micro-cuenca del río El Potrero presenta seis tipos de climas semi- áridos, todos con ligeras precipitaciones durante la temporada de lluvias, de junio a octubre, con un promedio total de 680 mm por año. Este acuífero, el más importante centro de abasto de agua subterránea de la ciudad de Monterrey<sup>45</sup>. Como hemos visto, se recarga con la pluviosidad de tres climas secos, a saber: BWhw cuya extensión dentro de la subcuenca es de 2,100 km<sup>2</sup> y cuya máxima precipitación es de 200 mm/año; BS1hw cuya extensión es de 2,700 km<sup>2</sup> y una máxima precipitación de 760 mm/año; y BS0hw con una extensión de 1,400 km<sup>2</sup> y una precipitación de 400 mm/año.

---

<sup>45</sup> El acuífero, topográficamente está situado a unos 36 km al noroeste de la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México, uno de sus afluentes es el río Pesquería, el cual se origina en las colinas del este del pueblo Chupaderos del Indio, municipio de García, Nuevo León, y se une al río San Juan cerca del pueblo de Dr. Coss, aguas abajo de la presa El Cuchillo.

Por tanto, se puede asegurar que actualmente el campo Mina (un polígono compuesto de veinte formaciones acuíferas) tiene un potencial geohidrológico anual de  $9.33 \text{ hm}^3$  (hectómetros cúbicos o millones de metros cúbicos). Cuya modelación hidrogeológica, conceptualmente, puede clasificarse mediante cinco principales acuíferos.

De modo que, si se compara el volumen de recarga anual de los acuíferos del campo Mina ( $9.33 \text{ hm}^3$ ) con el volumen de extracción del mismo ( $35 \text{ hm}^3$ ) se nota que la política de suministro de agua, principalmente para la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, se apoya en la extracción de agua de algún acuífero confinado desde hace milenios en el campo Mina. Tal acuífero profundo es independiente a los ciclos de recarga actual de los polígonos dependientes de los climas áridos discutidos en el capítulo dos, cuya media de recarga es de 4 años.

Esta es la razón por la cual pese al déficit de extracción mayor a  $25 \text{ hm}^3$  anuales, el campo Mina, todavía no da muestras de abatimiento, ya que sus conos de abatimiento no son pronunciados, y los saltos en los niveles piezométricos, de los distintos acuíferos que lo conforman, desde hace décadas oscilan los 15 metros en promedio. Por lo que es necesario precisar que esta disponibilidad de agua no depende de la climatología actual, sino del agua acumulada en tiempo milenariamente geológico.

Este hallazgo significa que el 10% del agua que consume la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey no necesariamente proviene del ciclo hidrológico anual, sino

más bien esa agua subterránea es agua fósil, es decir, agua que se encuentra en el interior de la Tierra desde hace milenios o incluso millones de años.

Por lo tanto, su uso en aras de la sustentabilidad, debe estar vetado, puesto que en términos económicos es un recurso no renovable, o bien su ciclo de regeneración es mayor al tiempo de la edad de nuestra civilización. Ahora bien, geopolíticamente surge una pregunta crucial en torno al uso de esta agua geológica o agua fósil: ¿por qué una ciudad con una reserva de agua superficial de 680 millones de  $m^3$  y un consumo potencial de 150 millones de  $m^3$  debe extraer 100 millones de  $m^3$  de agua subterránea? ¿Cómo podemos saber qué tipo de agua es la que consumen los distintos tipos de usuarios?

La primer pregunta, contrastada con la realidad, apunta hacia una privatización del agua para regar cultivos alta y económicamente rentables; en tanto que la segunda pregunta es un poco más difícil de contestar, puesto que requiere de análisis radiológicos, en específico isotópicos de tritio y deuterio, en la fuente y en el destinatario del agua, pues como se vio en el capítulo dos, hay que despejar la duda, en torno al origen geológico del agua que abastece la zona metropolitana de Monterrey, para saber si el agua de los distintos destinatarios finales, empresas del ramo alimentos por un lado, y por el otro población en general, consumen o no la misma agua.

Desde el ángulo de la sustentabilidad es urgente desentrañar con suficiente claridad quienes se están beneficiando con un recurso no renovable y de paso ir pensando en otras formas de producir agua a escala local para de a poco ir reemplazando está

inaceptable forma de esquilmar las entrañas de la Tierra. Y dejar esa agua para emplearla cuando de verdad se necesite, como en casos de sequía extrema. Por el momento en el cierre de este último apartado de la geopolítica del agua en Nuevo León, se revisa el consumo individual de tres de las principales industrias del estado.

A groso modo, la justificación que emplean siempre los neoliberales para comenzar con la extracción de cualquier recurso natural no renovable es el mito de la escasez, para ello se apoyan en el hecho de que la superficie agrícola natural desde el neolítico no alcanza para alimentar el estilo civilizatorio que nuestra humanidad culturalmente ha heredado, y por tal motivo los diferentes grupos humanos desde siempre han justificado y expandido la frontera agrícola o agropecuaria.

La gravedad de hoy en día radica en que al parecer las “eco empresas” y las “eco asociaciones” son las que presionan para decidir y legislar sobre quien puede y quien tiene derecho a expandirse sobre la Tierra. Al respecto, otra pregunta geopolíticamente clave de nuestro análisis es ¿quiénes actualmente se reparten el agua fósil, y a quienes se les otorga el derecho de apropiarse, procesar y comercializar tal recurso?

Para atender tales cuestionamientos insistimos que en la actualidad se acepta ampliamente que los impactos del desarrollo económico se resienten más dentro de aquellos ámbitos donde se vive bajo estrés hídrico, donde los cálculos para estimar la huella hídrica son cada vez más frecuentes y comprendidos como una técnica para dimensionar la sostenibilidad ecológica tanto de diferentes tecnologías y procesos de producción industrial como de ciudades.

En ese sentido, luego de calcular por diferentes métodos la huella hídrica de los productos icónicos de la industria acerera, cervecera y refresquera para la zona metropolitana y área conurbada de ciudad de Monterrey, Nuevo León durante el último siglo, se arrojan los resultados siguientes: producción de acero 23 km<sup>3</sup> de agua; de refresco 3 km<sup>3</sup> de agua; y de cerveza 1 km<sup>3</sup> de agua.

Para dimensionar esos datos brutos, se asimila que los 23 km<sup>3</sup> de agua que se emplea para la producción del acero durante un siglo en Monterrey, equivale a un desabasto de 125 años de consumo de agua de la población de la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, tomando como base un estimado demográfico del año 2015, a su vez, la producción de refresco, en un siglo generó el desabasto equivalente a 18 años del consumo de la población de la AC- ZMM; por último la producción de cerveza, en el mismo periodo generó el desabasto equivalente a 5 años del consumo.

De modo que el consumo total de estas tres industrias equivale a un desabasto de 148 años. Sin embargo, si la zona metropolitana de Monterrey se apegara a la media de sus ciudades hermanas (dos millones de habitantes) tal desabasto realmente equivale a 263 años. Un cuarto de milenio para ser concretos. El horror de este hecho estriba en que tres empresas regiomontanas en cien años usaron el agua que usaría en medio milenio una ciudad como Toluca, Estado de México, o bien, tres industrias en un siglo usaron el agua que una población socio-ambientalmente responsable, de un millón de habitantes, emplearía en todo un milenio.

Por tanto, se advierte que el diálogo geopolítico, además del Proyecto Monterrey VI, debe atender de manera consensuada varias problemáticas de capital importancia vinculadas con la cultura de agua que debe asumir la zona metropolitana de Monterrey de manera urgente, con la intención de cimentar un camino o intercambio más justo entre los pueblos dueños de los recursos estratégicos y los pueblos consumidores de los mismos y de paso romper el mito de que el neoliberalismo es el único modo de vida socioambiental posible.

Estratégicamente, la construcción de futuro de la ciudad de Monterrey debe garantizar varias obras trascendentales tales como: el sistemas de derivación para prevenir inundaciones; el balconamiento de ríos intermitentes; la recarga artificial de galerías y cisternas naturales; la distribución de pilas, piletas y fuentes públicas; y la dotación de bombas hidráulicas a base de fuerza mecánica.

Para ello es necesario eliminar el malinchismo y el complejo colonial que asumen las distintas autoridades gubernamentales en turno, es decir no hay que esperar a que se decida que hacer desde una ciudad metropolitana ultramarina imaginaria o inexistente, más bien hay que actuar de forma inmediata en la creación urgente de licenciaturas que atiendan la grave carencia que vive Monterrey en cuanto a planificadores urbanos territoriales, historiadores, meteorólogos, climatólogos y geógrafos, todo ello con intención de planificar el proceso de aridización del paisaje subtropical en el que está inmerso dicha metrópoli.

Tampoco se debe olvidar que el desafío tecnológico no es nada pequeño, por ejemplo la creación del sistemas de cisternas y tanques de almacenamiento mediante el re-uso de galerías calcáreas no está desarrollado en México (salvo en Tuzandepetl, municipio de Ixhuatlán del Sureste, Veracruz, aunque en este caso el relleno de galerías no contiene agua, sino una mezcla de petróleo). Lo mismo se puede decir sobre la construcción de plantas desalinizadoras.

En cuanto a la revitalización del uso estético del agua y la implementación de bebederos de agua públicos en mercados y barrios marginados, cabe mencionar que es un proceso de empoderamiento real y no sólo un paliativo, como en el caso del movimiento de fachadismo posmoderno que pasó de los cascos urbanos al coloreo de barrios marginales<sup>46</sup>.

A nivel científico, para que la sociedad nuevo leonesa no sea más víctima de las retóricas neoliberales es urgente la creación de varios institutos, como el de potamología y la red potamológica, encargados de monitorear y calcular los niveles de los distintas fuentes de agua, igualmente urge fundar el instituto de sequías y aridización tendente a calcular los ciclos de sequía extrema con miras a prevenir a la población.

Desde la cultura de la sustentabilidad estoy convencido que una práctica eficiente y racionamiento del agua, más un sistema de reciclado de agua, sanitariamente

---

<sup>46</sup> Al respecto, así como un complejo industrial pintado de color verde no lo hace ecológico, tampoco la pinta de casas tampoco garantiza el empoderamiento social, puesto que este empoderamiento únicamente sólo se logra con el manejo autónomo de los recursos estratégicos, sobre todo el agua.

seguro, garantizará el abasto de agua para la zona metropolitana de Monterrey hasta el año de 2060. De modo que es verdaderamente importante combatir la cultura del despilfarro hídrico y eliminar la extracción anual de 25 hm<sup>3</sup> de agua que merma año con año al acuífero de Mina, al tiempo de concientizar a la sociedad para valorar el agua fósil, agua que se encuentra en el interior de la Tierra desde hace milenios o incluso millones de años pero cuya extracción irónicamente no beneficia a sus moradores, pues como se ha dicho pese a que en la última década, la extracción del agua freática de este acuífero ha aumentado 500%, su población se ha empobrecido de forma extrema, incluso de no cambiar tal tendencia, el pueblo de Mina pronto será un pueblo fantasma<sup>47</sup>.

Ahora bien, de manera concomitante las diversas organizaciones vinculadas con la procuración del agua para toda la sociedad de Nuevo León debe negociar la nacionalización del agua que actualmente está en manos de empresas vinculadas al negocio de la cebada, el sorgo y los nogales, principales cultivos comerciales que se riegan utilizando agua de pozo a pesar de que su huella hídrica es de las más elevadas. Para resolver esta problemática podría crearse una ley para gravar impuestos especiales, sin afectar a los consumidores finales, tanto a comerciantes cebaderos, sorgueros y nogaleros. O bien a estas empresas hidrópatas (como a las industrias acerera, cervecera y refresquera), bien pueden también cumplir con un servicio comunitario basado en la creación de obra pública hidro-estética, tal como fuentes danzantes, esferas de kugal, hojas de agua, espejos de agua, y cajas de

---

<sup>47</sup> Por lo que es urgente valorar la posibilidad de abrir nuevos pozos de extracción para la planificación de la agroindustria local.



agua en barrios limítrofes a reservas verdes.

Ahora bien, la CONAGUA, en lugar de estar incitando a realizar prácticas de expansionismo geopolítico, de entrada insustentables, como el trazar un acueducto de 400 kilómetros (caso del empecinado Monterrey VI), debería incentivar a los grandes zares del agua y de la agricultura de las llanuras de Tamaulipas a que cedieran, por ejemplo el 5% del volumen promedio de la presa Marte R Gómez (ubicada en el municipio de Camargo, Tamaulipas y a 60 km de la presa El Cuchillo, principal fuente abastecedora de agua de Monterrey) a la zona Metropolitana de Monterrey, es decir, de los 824 hm<sup>3</sup> de agua que cuenta la presa Marte R Gómez, con unos 41hm<sup>3</sup> (5%) podrían retener la crisis hídrica de Nuevo León hasta el año de 2080.

Ahora bien, en caso de que la falta de voluntad política y un desprecio por la planificación y el ordenamiento científico territorial, la irracionalidad neoliberal impusiera un trasvase de agua de la cuenca del río Panuco al estado de Nuevo León, lo más factible sería descentralizar y desconcentrar la capital económica del estado hacia el sur, más benigno climatológicamente hablando. Donde el lugar, estratégica y geopolíticamente ideal es el municipio de Doctor Arroyo, puesto que, aunque no se ha documentado de manera adecuada el efecto medioambientalmente negativo que la densidad urbana de la ciudad de Monterrey le imprime a su paisaje semiárido, al menos sabemos que su densidad está 2 millones de personas por encima del promedio de las ciudades con un isomorfismo geográfico semejante.

Ahora bien, si al pensamiento anti ecológico y anti sustentable no le interesa descentralizar el Distrito de Negocios Central (CBD, por su siglas en inglés) de la ciudad de Monterrey al pueblo de Doctor Arroyo todavía perduraría la opción de edificar rasca-suelos desde el paradigma del urbanismo y la arquitectura verde, pues el agrupar a la gente en los climas áridos resuelve muchos problemas de confort bioclimático y de abasto de provisiones básicas. En efecto, recordemos que el progreso de una sociedad está más emparentado con la organización y administración social que con las modas económicas, por lo que es muy prudente elegir con mayor certeza los tipos de prácticas de producción y reproducción de los espacios más sustentables.

Por último, se insiste en que el desarrollo tecnológico no tiene fecha de caducidad, por lo que la sociedad nuevoleonense debe empoderarse de las tecnologías que año con año quedan libres de patentes para potenciar el progreso etnodomótico y combatir la ideología ecocida y etnocida. Por ejemplo el empoderamiento social puede presionar para derivar el río Pesquería antes de pasar la presa el Cuchillo para de ese modo captar más agua en dicha presa, al tiempo que la cortina de la misma se levante unos 5 metros más mediante tecnología japonesa libre de patente, en concreto hablamos del probado método de dique de goma inflable o *rubber-wire* que se empleó en la presa Delicias Chihuahua, del cual se ha podido beneficiar dicha población con 40 hm<sup>3</sup> adicionales.

Por último, no está de más tomar en serio un plan de reforestación, terranización y desindustrialización minera para la Sierra Picachos pues la presente investigación

halló que dicha sierra es responsable del benigno clima del que goza Monterrey, respecto al del municipio de Mina, el cual geográficamente le debería corresponder, pero gracias a la Sierra de Picachos, además de retroalimentar el aire de la ciudad con humedad, desvía tornados y huracanes. De modo que un plan serio, maduro y vital de ecologización o tropicalización de la Sierra Picachos, junto con las acciones antes mencionadas, retardaría la crisis del agua, que vive la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, por lo menos hasta el año de 2100.

## CONCLUSIONES

Arquetipos de agua: En el primer capítulo del trabajo de investigación se ve la importancia y valoración de los arquetipos para el abastecimiento de agua de las civilizaciones, este tipo de proyectos dependían de factores propios de cada zona geográfica, además el recurso hídrico está relacionado con las condiciones del clima, las costumbres y las políticas propias de cada lugar. Por lo tanto, se determinó evaluar todos los arquetipos y una vez expuestos los argumentos de esta geopolítica podemos afirmar que la crisis del agua de Monterrey se debe a un pleno desconocimiento de los arquetipos del agua que bien deberían de revalorizarse para empoderar a la ciudadanía de la importancia del vital líquido.

Existen estudios interdisciplinarios para la generación de energías diversificadas tales como: eólica, solar geotérmico, nuclear, etc., en cambio hay escasez de estos con respecto al abasto de agua; por lo que pareciera que solo existieran dos formas de abastecerse de este líquido, ya sea por medio de pozos para extraer el agua subterránea y la creación de presas, por lo que se deben revalorar la obras hidráulicas desde la antigüedad: Acueductos, acequias, Jagüeyes, represas en ríos, hasta los últimos avances que se han dado como la cortina de hule llamada “Rubber Bonding” que bien podrían ser utilizadas en uso de balconamiento de ríos que atraviesan la ciudad de Monterrey y lograr un mejor control en caso de sequías severas o inundaciones.

En el caso del capítulo dos se hace uso de los Sistemas de Información Geográfica (GvSlg) para estimar la cantidad de agua que existe en el subsuelo, el Surfer10 en la elaboración de varios mapas tales como: geográfico, edafológico, pendientes, litológico y la teledetección para conocer el estado en que se encuentran las aguas subterráneas.

Al utilizar estos sistemas se pudo tener información y conocer el análisis del potencial hídrico de Nuevo León, obteniendo que se extraen  $9.33\text{hm}^3$ , millones de metros cúbicos del subsuelo en el municipio de Mina, N.L., área donde se tiene la mayor sobreexplotación de agua subterránea que abastece a la zona metropolitana, datos que son comparables con los que se han dado a conocer por los organismos operadores, llegando a la conclusión de un buen uso del recurso de manera eficaz y revalorizar el líquido que se extrae, ya que el agua geológica se debe utilizar cuando de verdad sea necesario, es decir en caso de sequías severas y no llegar a provocar un ecocidio o etnocidio. Debemos desarrollar una mejor estrategia para la región y precisar que la disponibilidad de agua no depende de la climatología actual, sino del agua acumulada en tiempo geológico.

En el capítulo tres se trabajó con un estudio donde se determinaron los principales resultados obtenidos por medio del cálculo de la huella hídrica de diferentes productos de origen Industrial ( Refresquera, cervecera, Acerera), los cuales muestran la cantidad de recurso hídrico que se requiere para su elaboración, lo que nos llevó a la conclusión de que la industria se provee del recurso que requiere la sociedad para seguir abasteciéndose por largos años, aun habiendo sequías en el

noreste; el acero es el de mayor requerimiento, le sigue la industria refresquera y la cervecera sin embargo, cuando se realizan este tipo de estudios se hacen perceptibles algunos problemas que hacen que aumente la vulnerabilidad ambiental del área metropolitana por lo que unos de las mayores soluciones es proveer y garantizar un entorno sustentable, ejecutar acciones que nos lleven a una creciente intervención social así como convencer a los industriales a un pago de impuestos especiales sin afectar a productores, en donde las industrias tenga participación en la ejecución de obra pública y se puedan dar seguimiento y monitoreo a las principales fuentes de agua, además de crear institutos de investigación de aridación y sequía, creación permanente de programas de educación ambiental, reforestación con especies arbóreas de la región, además de la conservación del potencial ecológico natural de la sierra madre occidental.

El capítulo cuatro hace referencia a la geopolítica del agua en Nuevo León, nos hace despertar la conciencia social sobre la expectativa humana hacia los recursos naturales y el territorio en donde se encuentran sin embargo, se cuestiona que muchas sociedades en el mundo todavía sustentan el empoderamiento y la explotación excesiva por medio de la fuerza, en esta investigación queremos explicar las formas en que procede la ideología ecocida y etnocida, romper con ese círculo vicioso atorado en un nivel conocido, dirigir el análisis hacia una reflexión capaz de cimentar un camino o intercambio más justo entre los pueblos dueños de los recursos estratégicos y los pueblos consumidores de los mismos, así como procurar la calidad de vida de los ciudadanos, sin embargo la historia de la geopolítica al igual que muchos discursos científicos poco a poco han sufrido ciertos

procesos hermenéuticos de modo que hoy se discuten dos objetivos de la geopolítica el de lograr la dominación y control de los recursos estratégicos y el de lograr un consenso de voluntades tendientes a una repartición e intercambio o comercio justo de los recursos estratégicos, consideramos que el único camino para el desarrollo real de cada una de las distintas naciones del mundo es el consenso sobre el uso de estos recursos; sin duda la párvula nación mexicana se adentró a la administración de su territorio donde sus gestores en turno nunca tuvieron conocimiento de las características geográficas primordiales, por lo que sin la información obtenida de los mapas sería imposible tener las características del territorio del Estado de Nuevo León.

Es importante señalar que la situación agrícola en México con la geopolítica del agua tiene que ver con el desarrollo agrícola que ha consistido en tres maniobras: a) impulso a grandes obras, b) Creación y ampliación de ciudades agrícolas y c) subdesarrollo o seudodesarrollo por cuencas hidrográficas por lo que es importante señalar que se debe recuperar la cultura milenaria del maíz y recuperar la soberanía alimentaria.

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Esquema de la metodología para la elaboración del capítulo 1: Arquetipos del Agua.....	47
<b>Figura 2</b> Seguimiento Metodología Capítulo dos Análisis espacial del Potencial hídrico de Nuevo León .....	50
<b>Figura 3</b> Metodología del capítulo tres: huella hídrica histórica en Monterrey.....	52
<b>Figura 4</b> Metodología Capítulo cuatro Geopolítica del agua en Nuevo León.....	53
<b>Figura 5</b> Símbolos de agua corriente en un petroglifo, Boca de Potrerillos, Mina Nuevo León.....	62
<b>Figura 6</b> Ejemplo de una cueva con depósito natural de agua (cueva Basaura, España) .....	64
<b>Figura 7</b> Cisternas de la cultura griega .....	65
<b>Figura 8</b> Qanat de la isla Kish, Irán (Golfo Pérsico) .....	68
<b>Figura 9</b> Los Baños de Moctezuma (Sureste de cerro Chapultepec).....	74
<b>Figura 10</b> Los Baños en Tezcutzingo .....	75
<b>Figura 11</b> Últimos apantles de Morelos: a) Xochitepec; b) Yautepec; c) Oaxtepec; d) Cuernavaca.....	77
<b>Figura 12</b> Último jagüey prehispánico de Puebla: a) Al frente dique oriental; b) Al fondo dique occidental; c) Al fondo dique oriental.....	78
<b>Figura 13</b> Santiago Aztatla, Oaxaca, 578.....	79
<b>Figura 14</b> Primeras presas colosales de mampostería y sillar 1806 - 1856...	87



<b>Figura 15</b> Arquitectura de los acueductos mexicanos, siglo XIX.....	88
<b>Figura 16</b> Ruinas de un pueblo desplazado debido a un embalse del siglo XX.....	97
<b>Figura 17</b> Mapa de localización de campo Mina, Nuevo León.....	120
<b>Figura 18</b> Climatología de la sub-subcuenca río Bravo - San Juan.....	124
<b>Figura 19</b> Modelo digital del terreno y de la potencialidad de agua subterránea del estado de Nuevo León.....	126
<b>Figura 20</b> Mapa topográfico de la subcuenca río Bravo-San Juan.....	127
<b>Figura 21</b> Mapa de pendientes de la subcuenca río Bravo-San Juan.....	129
<b>Figura 22</b> Mapa geológico de la subcuenca río Bravo-San Juan.....	130
<b>Figura 23</b> Uso de suelo de la subcuenca río Bravo-San Juan.....	132
<b>Figura 24</b> Tipos de Acuíferos del campo Mina, Nuevo León.....	135

## GLOSARIO

**Abasto.** Nombre masculino. Acción de abastecer. "Las nuevas canalizaciones aseguraban el abasto de agua de la zona circundantes" sinónimo: abastecimiento.

**Acaparar.** Acumular cosas que también los demás desean o necesitan, en especial artículos comerciales que se prevé que escasearán o encarecerán.

**Acueducto.** Construcción en forma de puente soportado por una o más filas de arcos sobre la cual se conduce agua de un lado a otro de una fuerte depresión de terreno.

**Acuífero.** (capa, zona del terreno). Que contiene agua.

**Acuitardo.** Formación geológica de naturaleza algo impermeable y semiconfinada, que transmite agua en proporción muy pequeña en comparación con un acuífero.

**Agrimensura.** Técnica de medir tierras.

**Agroalimentación.** Industria del cultivo, comercio y consumo de alimentos de origen agrícola

**Agroindustria.** Explotación agraria organizada como una industria.

**Amedrentar.** Atemorizar hacer que alguien sienta miedo o temor.

**Antropocentrismo.** Concepción filosófica que considera al ser humano como centro de todas las cosas y el fin absoluto de la creación.

**Antropofagia.** Acción o costumbre humana de comer carne de seres de su misma especie.

**Antropología.** Ciencia que estudia los aspectos físicos y las manifestaciones sociales y culturales de las comunidades humanas.

**Apocalipsis.** Fin catastrófico o violento que conlleva la desaparición de una cosa, especialmente del mundo.

**Apología.** Discurso en el que se alaba, define o justifica a alguien o algo, generalmente de forma encendida o vehemente.

**Árido.** (Lugar, clima) Que se caracteriza por ser muy seco, carente de humedad.

**Ascetismo.** Ejercicio y práctica de un estilo de vida austero y de renuncia a placeres materiales con el fin de adquirir unos hábitos que conduzcan a la perfección **moral y espiritual.**

**Auscultación.** Exploración de los sonidos que se producen en el interior de un organismo humano o animal, especialmente en la cavidad torácica y abdominal, mediante los instrumentos adecuados o sin ellos.

**Bélica.** De la guerra o relacionado con la lucha armada.

**Beligerante.** (Persona, grupo) Que está dispuesto a la hostilidad o que se muestra enfrentado o en desacuerdo a una persona, un grupo o a una cosa.

**Bioclimatología.** Disciplina que estudia las relaciones entre el clima y los seres vivos.

**Biodiversidad.** Diversidad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado.

**Capitalizar.** Fijar el capital que corresponde a determinado rendimiento o interés, según el tipo que se adopta para el cálculo.

**Cariz.** Aspecto que presenta una cosa o un asunto.

**Cartografía.** Técnica de trazar mapas o cartas geográficas.

**Castrense.** Del ejército o de la profesión militar, o relacionado con ella.

**Clientelismo.** Tendencia a favorecer, sin la debida justificación, a determinadas personas, organizaciones, partidos políticos, etc., para lograr su apoyo.

**Colonialismo.** Sistema político y económico por el cual un estado extranjero domina y explota una colonia.

**Concepción.** Idea, opinión o manera de entender cierta cosa.

**Concomitante.** Que acompaña a una cosa o actúa junto a ella.

**Cosmovisión.** Manera de ver e interpretar el mundo.

**Coyuntura.** Circunstancia adecuada para hacer o conseguir algo.

**Cuenca.** Extensión de terreno más ancha y menos profunda que un valle, cuyas aguas se vierten en un río en un lago o en el mar.

**Decimonónico.** Del siglo XIX o relacionado con él.

**Deforestación.** Extinción de las plantas forestales de un terreno.

**Democrático.** De la democracia o basado en sus principios y normas.

**Desarraigar.** Hacer que desaparezca de un lugar una costumbre, tradición, vicio, etc.

**Diacrónico.** Que se ocupa de un hecho, fenómeno o circunstancia desde el punto de vista de su evolución en el tiempo.

**Dialéctica.** Teoría y técnica retórica de dialogar y discutir para descubrir la verdad mediante la exposición y confrontación de razonamientos y argumentaciones contrarios entre sí.

**Dicotomía.** División de un concepto o una materia teórica en dos aspectos, especialmente cuando son opuestos o están muy diferenciados entre sí.

**Difusa.** Que carece de claridad o precisión o se percibe de esta forma, generalmente por estar lejos o por ser muy extenso.

**Dilucidar.** Explicar, aclarar o resolver un asunto o una materia.

**Diseminar.** Extenderse (un colectivo) en diferentes zonas de modo que sus miembros queden separados.

**Dogmática.** Que afirma o presenta como verdad innegable o como un hecho establecido lo que es discutible.

**Dragar.** Extraer barro, piedras o arena del fondo de un puerto de mar, un río o una corriente navegable para limpiarlo o darle mayor profundidad.

**Ecología política.** Corriente ideológica enfocada en la solución de problemas ambientales mediante la propuesta, promulgación e implementación de políticas en favor de la sustentabilidad ambiental.

**Economía.** Ciencia que estudia los recursos, la creación de riqueza y la producción, distribución y consumo de bienes y servicios, para satisfacer las necesidades humanas.

**Economismo.** Doctrina que concede primacía a los factores económicos en la explicación de los hechos históricos sociales, políticos, etc.

**Ecosistema.** Sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven.

**Ecuménico.** Que pertenece o se refiere a todas las personas del mundo, a todos los países y a todos los tiempos.

**Efímero.** Que dura poco tiempo o es pasajero.

**Embalse.** Gran depósito artificial de agua, construido generalmente cerrando la boca de un valle mediante un dique o presa, que retiene las aguas de un río o de la lluvia para utilizarlas en el riego, abastecer poblaciones o producir energía.

**Empero.** Indica que lo que se expresa contradice las conclusiones que se esperarían de lo que se ha dicho anteriormente.

**Endógeno.** Que se forma o engendra en el interior de algo, como la célula que se forma en el interior de otra.

**Epistemología.** Parte de la filosofía que estudia los principios, fundamentos, extensión y métodos del conocimiento humano.

**Escorrentía.** Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.

**Espuria.** Que es falso, ilegítimo o no auténtico.

**Esquilmar.** Agotar o hacer que disminuya una fuente de riqueza por explotar más de lo debido.

**Estela.** Rastro que deja tras de sí en el agua o en aire un cuerpo en movimiento.

**Estiaje.** Nivel más bajo o caudal mínimo de un río u otra corriente durante una época del año determinada.

**Estrés hídrico.** Se habla de estrés hídrico cuando la demanda de agua es más alta que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por baja calidad.

**Etnia.** Conjunto de personas que pertenece a una misma raza y, generalmente, a una misma comunidad lingüística y cultural.

**Etnocidio.** Destrucción de un grupo étnico o de su cultura.

**Etnología.** Ciencia que estudia los pueblos y sus culturas en todos sus aspectos y relaciones.

**Eurocentrismo.** Tendencia a considerar a Europa como centro o protagonista de la historia y la civilización humanas.

**Expansionismo.** Tendencia a extender el dominio político y económico de un país a otras áreas geográficas.

**Expoliar.** Tr. Despojar con violencia o con iniquidad.

**Extractivismo.** Proceso de extracción de recursos naturales de la Tierra para vender en el mercado mundial.

**Fáctico.** Que está basado en los hechos o limitado a ellos, y no en lo teórico o imaginario.

**Fascismo.** Movimiento político y social de carácter totalitario y nacionalista fundado en Italia por Benito Mussolini después de la primera guerra mundial.

**Garante.** Que da garantía "Seguridad".

**Génesis.** Origen o principio de una cosa.

**Geodesia.** Parte de la geología que determina de forma matemática la figura y magnitud de la Tierra o de gran parte de ella, y se ocupa de construir los mapas correspondientes.

**Geomorfología.** Parte de la geodesia que estudia la figura del globo terráqueo y la formación de los mapas.

**Geopolítica.** Estudio de la vida e historia de los pueblos en relación con el territorio geográfico que ocupan los factores económicos y raciales que los caracterizan.

**Gestión.** Acción o trámite que, junto con otros, se lleva a cabo para conseguir o resolver una cosa.

**Hegemonía.** Supremacía que un estado o un pueblo ejerce sobre otro.

**Hermenéutica.** Técnica o método de interpretación de textos.

**Heurística.** Método para aumentar el conocimiento.

**Hidrología.** Estudio de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua continental y marítima, su distribución y circulación en la superficie de la Tierra, en el suelo y en la atmósfera.

**Hidráulica.** Parte de la Mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos.

**Hídrico.** Del agua o relacionado con ella.

**Hidroeléctrica.** De la hidroelectricidad o relacionado con este tipo de energía.

**Hidrogeográfica.** Está formada con raíces griegas y significa: "estudio de los ciclos del agua en la tierra". Sus componentes léxicos son: hydor (agua) y geographia (estudio de la tierra por medio de dibujos).

**Hidrogeología.** Parte de la geología que estudia el ciclo de las aguas superficiales y subterráneas, así como su prospección, captación y protección.

**Holístico.** Del todo o que considera algo como un todo.

**Huella ecológica.** (Del Inglés ecológica footprint). Es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta.

**Huella hídrica.** Señal o rastro que queda de una cosa o de un suceso. Del agua o relacionado con ella.

**l/s.** Litros por segundo

**Ictiofauna.** Conjunto de los peces de una zona acuática acotada.

**Ideografía.** Representación de ideas o palabras por medio de ideogramas.

**Inconexo.** Que no tiene conexión.

**Lacustre.** (Animal, planta) Que tiene como hábitat los lagos y sus orillas.

**Merma.** Porción que se consume naturalmente o se sustrae de una cosa.

**Mesianismo.** Confianza en un futuro mejor y en la solución de problemas sociales mediante la intervención de una persona en la que se pone una confianza absoluta.



**Metáfora.** Figura retórica de pensamiento por medio de la cual una realidad o concepto se expresan por medio de una realidad o concepto diferentes con los que lo representado guarda cierta relación de semejanza.

**Monarquía.** Forma de gobierno en la que la jefatura del Estado reside en una persona, un rey o una reina, cargo habitualmente vitalicio al que se accede por derecho y de forma hereditaria.

**Monopolio.** Derecho legal concedido por el Estado a un individuo, grupo o empresa para explotar con carácter exclusivo alguna industria o comercio.

**Monopolizar.** Usar una cosa o disfrute de ella de forma exclusiva.

**Nacionalsocialismo.** Doctrina política, fascista y totalitaria que fue impulsada en Alemania por Adolfo Hitler (político alemán, 1889-1945) después de la Primera Guerra Mundial, y que defendía el poder absoluto del Estado y la superioridad y la supremacía del pueblo germano frente a los demás pueblos de Europa.

**Neoliberalismo.** Movimiento de actualización del liberalismo, aparecido después de la Primera Guerra Mundial, que limita la intervención del Estado en asuntos jurídicos y económicos.

**Neolítico.** (Periodo prehistórico) Que sigue al mesolítico y precede a la Edad de los Metales, y se caracteriza por el desarrollo de la economía productiva (implementación de la agricultura y la ganadería), el sedentarismo y aparición de los primeros poblados.

**Nepotismo.** Trato de favor hacia familiares o amigos, a los que se otorgan cargos o empleos públicos por el mero hecho de serlo, sin tener en cuenta otros méritos.

**Obsolescencia.** Cualidad o condición de obsolecente.

**Oligarquía.** Sistema de gobierno en la que el poder está en manos de unas pocas personas pertenecientes a una clase social privilegiada.

**Ontología.** Parte de la metafísica que estudia el ser en general y sus propiedades.

**Orografía.** Parte de la geografía física que se encarga del estudio, descripción y representación del relieve terrestre.

**Paleo climatología.** Estudio del clima de épocas geológicas antiguas.

**Paliativo.** Que sirve para atenuar o suavizar los efectos de una cosa negativa, como un dolor, un sufrimiento o un castigo.

**Paramilitar.** Que copia la organización y distintivos de cuerpos militares y es de ideología reaccionaria.

**Política.** Conjunto de los procedimientos y medidas que se adoptan para dirigir los asuntos que afectan a la sociedad o tienen relación con ella.

**Posmodernidad.** Movimiento cultural occidental que surgió en la década de 1980 y se caracteriza por la crítica del realismo, la atención a la forma, el eclecticismo y la búsqueda de nuevas formas de expresión, junto con una carencia de ideología y compromiso social.

**Posmoderno.** Que pertenece a este movimiento cultural.

**Potamología.** Hidrología fluvial.

**Prehispánico.** Que en algunos pueblos es anterior a la conquista y colonización españolas.

**Rampante.** Que es ambicioso y trepa sin escrúpulos en la escala social.

**Régimen de Precipitación.** Variación de la distribución de las precipitaciones mensuales a lo largo del año, valores representativos.

**Resonancia.** Técnica exploratoria que se basa en la construcción, mediante una computadora, de la señal de relajación producida por los núcleos de los átomos de hidrogeno que previamente se hicieron entrar en resonancia excitándolos por la interacción de un campo magnético estático y uno oscilante.

**Secular.** Que dura un siglo o que dura desde hace siglos.

**Secularización.** Desaparición de los signos, valores o comportamientos que se consideran propios o identificativos de una conexión religiosa.

**Semántico.** Del significado de las palabras o de las oraciones o relacionado con él.

**Septentrión.** Norte (punto cardinal),

**Sequía.** Falta de lluvias durante un periodo prolongado de tiempo que produce sequedad en los campos y escasez de agua.

**Seudo.** Adjetivo con el significado de "falso".

**Sincrónico.** Que trata un fenómeno o un hecho en el estado en que está en un momento determinado, sin tener en cuenta su historia o su evolución en el tiempo.

**Sionismo.** Movimiento político judío que defiende el estado independiente israelí en territorio palestino

**Sistémica.** De la totalidad de un sistema, por oposición a local, o relacionado con él.

**Socioeconómico.** De la sociedad y la economía, o relacionado con ambas cosas.

**Sociopolítico.** De lo social y lo político conjuntamente, o relacionado con ambas cosas.

**Suntuoso.** Que es magnífico, sumamente espléndido o lujoso en extremo.

**Sustentable.** Que se puede sustentar o defender con razones.

**Tautología.** Repetición innecesaria de un pensamiento usando la misma o similar palabra y que, por tanto, no avanza en información.

**Teledetección.** Detección a distancia de informaciones que se producen en la superficie de la Tierra y sobre otros astros solares y que se realiza mediante satélites y sondas artificiales.

**Tergiversar.** Dar una interpretación errónea o falsa a algo, a menudo con voluntad de ello.

**Termodinámica.** Parte de la física que estudia la acción mecánica del calor y las restantes formas de energía.

**Topo.** Persona que, bajo un régimen político represivo, vive en reclusión, por temor a represalias.

**Topografía.** Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

**Topónimo.** Nombre propio de lugar.

**Usufructo.** Derecho por el que una persona puede usar los bienes de otra y disfrutar de sus beneficios, con la obligación de conservarlos y cuidarlos como si fueran propios.

**Vorágine.** Mezcla de sentimientos muy intensos que se manifiestan de forma desenfrenada.

**Yermo.** (Terreno) Que no tiene vegetación y no está cultivado o no se puede cultivar.

## REFERENCIAS

- Aiuvalasit, M. J., Neely, J. A., & Bateman, M. D. (2010). New radiometric dating of water management features at the prehistoric Purrón Dam Complex, Tehuacán Valley, Puebla, México. *Journal of Archaeological Science*, 37(6), 1207-1213.
- Alemán, D. (1720). *Hace saber a los vecinos y moradores de Tulancingo, a pedido de los herederos de Francisco López Medina, difunto, que se pasó el avalúo de cuatro Caballerías de Tierra, dos de riego y dos de temporal, de que se compone la hacienda que llaman Ystlahuacán y las casas de su vivienda. Se anunciarán en 30 pregones por si hubiere algunas personas que quisieren hacer oferta. Tulancingo.* México. [Material de archivo disponible en University of Texas at San Antonio, John Peace Library (JPL), San Antonio, TX 78249 United States].
- Alfaro, E. (2013). El abastecimiento de agua: un problema urbano sin solución (Zacatecas, México, siglo XIX). *Agua y Territorio*, (1), 91-102.
- Anderson, J. R. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data.* Washington: US Government Printing Office.
- ANPRAC. (2015). *Huella hídrica.* México: Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas.
- Anónimo b. (1797). *San Luis Potosí, México, Convento de Carmelitas Descalzos documentos relativos a litigios sobre agua.* México: San Luis Potosí.
- Anónimo. (1611). *Pide un testimonio de la merced de agua de Chapultepec que le vendió Francisco Hernandez Mellado, quien la había comprado junto con dos suertes de tierra a los padres franciscanos de Tacubaya. : El Virrey Don Luis de Velasco concedió la merced de agua a Francisco Hernandez en 10 de mayo de 1611.* México: [material de archivo disponible en University of Texas at San Antonio].
- Arellano, B., y Roca, J. (2010). El urban sprawl, ¿Un fenómeno de alcance planetario? Los ejemplos de México y España. *ACE: Architecture, City and Environment*, (12), 115-148.
- Arizabalo, R. y Díaz, G. (1991). *La contaminación del agua subterránea y su transporte en medios porosos.* México, D.F: Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Arreguín, F., Murillo, R, y Marengo, H. (2013). Inventario nacional de presas. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 4(4), 179-185.
- Avila Akerberg Andrés. (2008). *El medio ambiente como asunto de seguridad nacional: el caso del agua en la frontera México- Estados Unidos*. México: El autor, Tesis de doctorado en Ciencias Políticas y Sociales con orientación en relaciones internacionales, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Báez, F. (2004). *Historia universal de la destrucción de los libros: De las tablillas sumerias a la guerra de Irak*. México: Random House Mondadori.
- Baeza Herrera Oswaldo. (2001). *Aprovechamiento Ambiental urbano de cuerpos de agua superficial en Mexicali*. México: El autor, Tesis de doctorado en Urbanismo, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bauman, Z. (1997). *Legisladores e intérpretes. Sobre la modernidad, la posmodernidad y los intelectuales*. Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.
- Bernal, M., & Lozoya, T. (2003). *Atenea negra: Las raíces afroasiáticas de la civilización clásica*. Barcelona: Critica Grupo Grijalbo-Mondadori.
- Bliss, John C. y Paige Fischer, (2011), "Toward a Political Ecology of Ecosystem Restoration", in Dave, Egan, Evan Hjerpe y Jesse Abrams (eds) *Human Dimensions of Ecological Restoration*. Integrating Science, Nature, and Culture, Washington, Society for Ecological Restoration.
- Bloomberg Business, (2013), "Top 100 Billionaires Wealth Rose to \$2.029 Trillion", *Bloomberg Business*, April 3, 2013. Documento disponible en: < <http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-04-03/top-100-billionaires-wealth-rose-to-2-029-trillion-table->>
- Broda, J., y Báez, J. (Eds.). (2001). *Agua en la Cosmovisión de los Pueblos Indígenas en México*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cavalieri, P., y Singer, P. C. (1998). *El proyecto "Gran Simio": La igualdad más allá de la humanidad*. Madrid: Trotta.
- Cantor, R. V. (2013). *Capitalismo y despojo: Perspectiva histórica sobre la expropiación universal de bienes y saberes*. Bogotá: Impresol.
- Carrillo, A. 2011. Génesis y evolución de la administración pública federal descentralizada. Tomo 2. 2. Distrito Federal: *Instituto Nacional de Administración Pública*, A. C. pp. 554-556.

- Castro-Gómez, S., & Mendieta, E. (1998). *Teorías sin disciplina: Latinoamericanismo, poscolonialidad y globalización en debate*. Mexico: Miguel Ángel Porrúa.
- Castro, G. (2006). *Coca Cola, la Historia Negra de las Aguas Negras*. México: Centro de Investigaciones Económicas y Políticas de Acción Comunitaria.
- Chapagain, A., y Hoekstra, A. (2011), The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. *Ecological Economics*, 70(4): 749-758.
- Chapman, M., LaValle, A., Furey, G., & Chan, K. M. (2017). Sustainability beyond city limits: can “greener” beef lighten a city’s Ecological Footprint? *Sustainability Science*, 1-14.
- Chauprade, A., & Thual, F. (1999). *Dictionnaire de géopolitique: États, concepts, auteurs*. Paris: Ellipses. pp 633.
- Chávez et al. (2008). Huellas ecológicas y sustentabilidad en la costa norte de Jalisco, México. *Teoría y Praxis*, (5), 137-144.
- Cohen, B. (2004). Urban growth in developing countries: a review of current trends and a caution regarding existing forecasts. *World development*, 32(1), 23-51.
- CONAGUA (2009). *Semblanza Histórica del Agua en México*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Contreras, C. (2005). “Las sequías en México durante el siglo XIX”, *Investigaciones geográficas*, (56), 118-133.
- Contreras, C. (2007). *Geografía de Nuevo León*. Monterrey, Nuevo León, México: Fondo Editorial de Nuevo León.
- Conway, P. (2017). Dismay, Disassembly and Geocide: Ways Through the Maze of Trumpist Geopolitics. *Law and Critique*, 28(2), 111-118.
- Correa, José. (1986). "La liquidación de Fundidora Monterrey y la reconversión industrial". *Cuadernos Políticos*, julio - septiembre, (47): 41-56.
- Dantur, M. (2006). *Estudio de Mercado para la Organización de una PYME de bases biotecnológicas: cerveza de elaboración artesanal*. Argentina: El autor, Monografía, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad de Tucumán.
- Das, S., Behera, S. C., Kar, A., Narendra, P., & Guha, S. (1997). Hydrogeomorphological mapping in ground water exploration using remotely

- sensed data—a case study in Keonjhar District, Orissa. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 25(4), 247-259.
- DDI. (28 de septiembre de 2014). “El agua, el tesoro de la Prehistoria”, *Diario De Ibiza*. Disponible en: <http://www.diariodeibiza.es/pitiuses-balears/2014/09/28/agua-tesoro-prehistoria/722235.html>
- De la Mora, Gabriela. (2009). *Servicios Ambientales y Relaciones de propiedad. Tierra, Agua y bosque en la comunidad de Chichila, Guerrero*. México: El autor, Tesis de doctorado en Ciencias políticas y sociales, Facultad de Ciencias políticas y sociales. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Délano, M., & Traslaviña, H. (1989). *La herencia de los Chicago boys*. Santiago: Ornitorrinco.
- Denton Navarrete Thalía. (2003). *Régimen Jurídico del Agua en México*. México: El autor, Tesis de doctorado en Derecho, Universidad Nacional Autónoma de México.
- De Sousa Santos, B. (2006). *Conocer desde el Sur: Para una cultura política emancipatoria*. Fondo Editorial de la Facultad de Ciencias Sociales, UNMSM.
- Díaz del Castillo, F., y Enrique Cortés. (2008). *La industria del Acero en México*, los últimos 100 años. En 3er IME: Congreso Científico Tecnológico, del 1 al 5 de septiembre 2008, Cuautitlán, Estado de México.
- Díaz, M. (2003). *El destino manifiesto: el pensamiento expansionista de Alfred Thayer Mahan, 1890-1914*. Morelia, México: Porrúa/Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- DOF. (2015a) *Actualización de la disponibilidad media anual de agua....* México: Diario Oficial de la Federación, 20 de abril de 2015.
- DOF. (2015b) *Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estados técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Campo Jarillas (1918), en el Estado de Nuevo León, Región Hidrológica-Administrativa Río Bravo*. México: Diario Oficial de la Federación, 27 mayo de 2015.
- Doolittle, Amity A. (2010), “Stories and Maps, Images and Archives: Multimethod Approach to the Political Ecology of Native Property Rights and Natural Resource Management in Sabah, Malaysia”, *Environmental Management*, 45 (1):67–81.
- Dos Santos, Gilberto. (1978). *Agua y suelo en Tlaxcala*. México: El Autor, Tesis de doctorado. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.



- Ebeling, F. (1994). *Geopolitik-Karl Haushofer und seine Raumwissenschaft 1919-1945*. Berlin: Akademie Verlag.
- Eling, H. H. (2002). "El arte mobiliario del noreste de México", *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, 23(92): 48-73.
- Ercin, A., Aldaya, M. y Hoekstra, A. (2011). Corporate water footprint accounting and impact assessment: the case of the water footprint of a sugar-containing carbonated beverage. *Water Resources Management*, 25(2): 721-741.
- ETC, (2008), *¿De quién es la naturaleza?*, Canadá, Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración.
- Fan, Y., Li, H., & Miguez-Macho, G. (2013). *Global patterns of groundwater table depth*. *Science*, 339(6122), 940-943.
- Fereres, E., Villalobos, F. J., Orgaz, F., Minguez, M. I., Van Halsema, G., & Perry, C. J. (2017). Commentary: *On the water footprint as an indicator of water use in food production*.
- Fernández, C. (1985). *Ingeniería hidráulica romana*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Flores Ramírez Daniel. (2011). *Política de Regulación Económica para Los Organismos Operadores de Agua*. México: El Autor, Tesis de Licenciatura en Economía, Instituto Tecnológico Autónomo de México.
- Flores, R. 1988. *Administración y política en la historia de México*. México: Fondo de Cultura Económica-Instituto Nacional de Administración Pública.
- François, S. (2015). *Les mystères du nazisme. Aux sources d'un fantasme contemporain*. Paris: Presses universitaires de France.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.
- García, F. D. (1708). *Autos que se siguen en la Real Audiencia sobre que se revoque La Merced que el Exmo. Sr. Marqs. de Guadalcasar Virrey de esta Nueva España hizo a Diego Garcia Flores del Agua del Río de Sn. Juan Teotihuacán*. Nueva España: [material de archivo disponible en Yale University, Law School Library].
- Garza, G. (1998). "El Área Metropolitana de Monterrey en el año 2020", *Estudios Demográficos y Urbanos*, 13(3 (39), 667-673.

- Garza, Valentina. (1988), *Historia económica de Fundidora Monterrey*, México: el autor, tesis de licenciatura, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Galanova, Mira. 09 de octubre de 2013. "Impuesto al sol tiene a los españoles ardiendo", *BBC, MUNDO*. Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131007\\_espana\\_impuesto\\_solar\\_wbm](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131007_espana_impuesto_solar_wbm)
- Gómez, José, (2001), "Las empresas multinacionales en la agricultura", *América Latina en Movimiento*, 10/07/2001. Documento disponible en: < <http://www.alainet.org/es/active/1343> >
- Guerrero, E. M., & Guiñirgo, F. (2008). Indicador espacial del metabolismo urbano. Huella Ecológica de la ciudad de Tandil, Argentina. *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica*, 9, 31-44.
- Guha, R. (2003). *History at the limit of world-history*. New Delhi: Oxford University Press.
- Gustafsson, P. (1993). *High resolution satellite data and GIS as a tool for assessment of the groundwater potential of a semi-arid area. In: IXth thematic conference on geologic remote sensing*, vol. 1. Pasadena, CA; 1993. p. 609–619. Environmental Research Institute Of Michigan.
- Grosfoguel, R. (2006). "La descolonización de la economía política y los estudios postcoloniales: transmodernidad, pensamiento fronterizo y colonialidad global", *Tabula Rasa*, (4), 17-46.
- Grosfoguel, R. (2016). "Del extractivismo económico al extractivismo epistémico y ontológico", *Revista Internacional de Comunicación y Desarrollo*, 1(4): 33-45.
- Hammurabi y Lara, P. F. (1997). *Código de Hammurabi*. Madrid: Tecnos.
- Harvey David. (2004). *La condición de la posmodernidad* "Investigación sobre los orígenes del cambio cultural". Buenos Aires Argentina: Amorrortu.
- Heidegger, M. *El arte y el espacio*. Barcelona: Herder, 2009.
- Hernández Valdez. (1994). *Propuesta de una política pública para solucionar el problema del agua en las grandes ciudades de México: El caso de Guadalajara*. México: El autor, Tesis de maestría en políticas públicas, Instituto Tecnológico Autónomo de México.

- Hoffmann, N. (2012). *Renaissance der Geopolitik?: die deutsche Sicherheitspolitik nach dem Kalten Krieg*. Springer-Verlag.
- Hommel, D., y Murphy, A. B. (2013). Rethinking geopolitics in an era of climate change. *GeoJournal*, 78(3), 507-524.
- Horie S., Daigo I., Matsuno Y., y Adachi Y. (2011), *Comparison of Water Footprint for Industrial Products in Japan, China and USA*. In: Finkbeiner M. (eds) Towards Life Cycle Sustainability Management. Springer, Dordrecht.
- Huber, Joseph, (1986), *La inocencia perdida de la ecología*, Buenos Aires, Abril.
- IINSO. 2017. *Observatorio de la sustentabilidad*. Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- IMS, (2011), "Developing countries challenging established order of top meat companies", *News Letter (International Meat Secretariat)*, No 482 – 15 November 2011.
- INEGI (1984). *Anuario estadístico del estado de Nuevo León*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI (1988). *Anuario estadístico del estado de Nuevo León*. Distrito Federal: Secretaría de Programación y Presupuesto.
- INEGI. (2001). *Marco geoestadístico municipal, 2000*. Aguascalientes México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. (2015). *Carta topográfica escala 1: 1000 000 Monterrey*. Aguascalientes México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. (2015b). *Carta de uso de suelo y vegetación 1: 250 000 Serie V Monclova G14 -4*. Aguascalientes México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Jalife-Rahme, A. (2010). *El híbrido mundo multipolar: Un enfoque multidimensional*. Mexico: Orfila Valentini.
- Jameson, F. (1995). *The geopolitical aesthetic: Cinema and space in the world system*. Indiana University Press.
- Jones, L., & Sage, D. (2010). New directions in critical geopolitics: an introduction. *GeoJournal*, 75(4), 315-325.
- Kasenow, M. (2001). *Applied ground-water hydrology and well hydraulics*. Denver, Colo: Water Resources Publications.

- Kloster, Karina. (2008). *La determinación de lucha por el agua en México. Un análisis de los procesos nacionales y locales*. México: El autor, Tesis de doctorado en Ciencias Políticas y Sociales con Orientación en Sociología, Universidad Autónoma de México.
- Krishnamurthy, J., Venkatesa Kumar, N., Jayaraman, V., & Manivel, M. (1996). *An approach to demarcate ground water potential zones through remote sensing and a geographical information system. International Journal of Remote Sensing*, 17(10), 1867-1884.
- Lacoste, Y. (1977). *La geografía: un arma para la guerra*. Barcelona: Anagrama.
- La Jornada. "En manos extranjeras, 70% de las concesiones de exploración minera" , La Jornada, 26 de 04 de 2015.
- Lander, E., Dussel, E., Mignolo, W., Coronil, F., Castro-Gómez, S., Moreno, A., López, S. F. (2005). *La colonialidad del saber*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Lara, J. 2014. *Monterrey VI, un proyecto controversial*. En: El Financiero, 08/12/2014. Consultado: 19 de abril de 2016.
- Lefebvre, H. (1976). *Espacio y política: El derecho a la ciudad, II*. Barcelona: Península.
- Lerma Rodríguez, E. (2014). "Notas para el análisis de la resistencia yaqui en contra del Acueducto Independencia". *Sociológica* (México), 29(82), 255-271.
- Lomnitz, L. A., y Gil, J. (2002). "El neoliberalismo y los cambios en la elite de poder en México", *Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 1(1): 1-23.
- Longerich, Peter (2012). *Heinrich Himmler: A Life*. New York: Oxford University Press.
- Lozano, A. (2016). *XX: Un siglo tempestuoso*. Madrid: La esfera de los libros.
- Lugo-Hubp, J; Aceves, J; y Córdova, C. (1991). *Morfometría 2. En UNAM. Atlas nacional de México. Naturaleza, (Tomo II)* pp. IV 3.2. México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mac Laughlin, J. (1994). Geopolitics and geoculture in world-systems theorizing: A review essay. *Studies in Comparative International Development*, 28(4), 62-69.

- Maidment, D. R. (2002). *Arc Hydro: GIS for water resources* (Vol. 1). CA, USA: ESRI, Inc.
- Mamadouh, V. (1998). Reference books on geopolitics: a lexicon, a reader and three dictionaries. A review. *GeoJournal*, 46(4), 301-305.
- Marcuse, H. (1984). *El hombre unidimensional: Un ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*. Barcelona: Orbis.
- Martínez, M. (2011). *Reparación Social de la Naturaleza, el caso del consejo de Ejidos y comunidades opositoras a La Presa La Parota, Guerrero, México 2003-2010*. Tesis de licenciatura. México: UNAM, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales.
- May, C. (2007). *The World Intellectual Property Organization: Resurgence and the development agenda*. London: Routledge.
- Mays, L. W., y Gorokhovich, Y. (2010). Water technology in the ancient American societies. In *Ancient water technologies* (pp. 171-200). Springer, Dordrecht.
- Mayorga, M. (1782). *Con el importante objeto de evitar los notables perjuicios que estoy informado se experimentan por los individuos... con el reprehensible abuso de concederles... licencias de usar fierros para marcar ganados, matanzas... Mexico 20 de febrero de 1782*. México: s.n. [material de archivo disponible en Dibam Biblioteca Nacional de Chile Santiago, Chile].
- Meadows, D. H., Urquidi, V. L., & Club de Roma. (1975). *Los límites del crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mekonnen, M. y Hoekstra, A., (2010), *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Netherlands*, UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- Meza, Cesar. 2002. *Investigación del mercado de la industria refresquera en México y sus factores de éxito*. México, el autor tesis de maestría, Facultad de Contaduría Pública y Administración, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Minch, Michael, (2011), "Political Ecology", in Chatterjee, D. (ed), (2011), *Encyclopedia of Global Justice, Berlín, Springer Science & Business Media*, pp 863-865.
- Minor, T. B., Carter, J. A., Chesley, M. M., Knowles, R. B., & Gustafsson, P. (1994). *The use of GIS and remote sensing in groundwater exploration for developing countries*. In: *Proceedings of the tenth thematic conference on geologic*

*remote sensing*. San Antonio, Texas, USA, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI.

- Montalvo, J. C., Ramos, L. G., Navarro, I., & Ramírez, J. A. (2011). Una aproximación a la regionalización sísmica del estado de Nuevo León, basada en velocidades de propagación de ondas de corte y evidencias geología. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 63(2), 217-233.
- Montoya, O. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et technica*, 10(25): 209-213.
- Morales Méndez Víctor (2006), *Análisis de Riesgo de Falla ante avenidas en el Proyecto Hidroeléctrico El Cajón*. Tesis de licenciatura. México: UNAM, Facultad de Ingeniería Civil.
- Mordini, M., Nemecek, T., Gaillard, G., Bouman, I., Campina, R. F., Brovelli, E., ... y Thomas, N. G. (2009). *Carbon & Water Footprint of Orange and Strawberries, Zurich, Switzerland, Federal Department of Economic Affairs*.
- Moya-Solà, S. (1978). Morfología funcional del tarso en el género *Myotragus* Bate, 1909 (*Artiodactyla*, *Rupicaprini*). *Acta geológica hispánica*, 13(3), 87-91.
- Mudimbe, V. Y. (2011). *The invention of Africa: Gnosis, philosophy, and the order of knowledge*. Bloomington: Indiana University Press.
- Mullerried, F. (1946). *Geología del Estado de Nuevo León*. México: Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Nuevo León.
- Muñiz, I., Rojas, C., Busuldu, C., García, A., Filipe, M., & Quintana, M. (2016). Forma urbana y Huella Ecológica en el Área Metropolitana de Concepción (Chile). *EURE (Santiago)*, 42(127), 209-230.
- Murray, W. B. (2007). *Arte rupestre del noreste*. México: Fondo Editorial de Nuevo León.
- Natter, W., & Zierhofer, W. (2002). Political ecology, territoriality and scale. *GeoJournal*, 58(4), 225-231.
- Ojeda de la Cruz Arturo. (2013). *Análisis Socio- Espacial del consumo de Agua doméstica en Hermosillo, Sonora*. México: El autor: Tesis doctorado en Filosofía con orientación en Arquitectura y Asuntos Urbanos.
- Ortega, D. (2012). *Sequía en Nuevo León: vulnerabilidad, impactos y estrategias de mitigación*. México: Instituto del Agua de Nuevo León.

- Pineda, Homero 1963. *La industria cervecera en México*. México: el autor, tesis de licenciatura, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pineda, M. R. (2000). *Origen, vida y muerte del acueducto de Santa Fe*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas.
- Porras Serrano Jesús. (2009). *Desarrollo Sustentable y Políticas Ambientales en México: Un Análisis del Aire y el Agua*. México: El autor, Tesis de Doctorado en Ciencias Económicas, Instituto Tecnológico Nacional.
- Porro, Roberto, (2005), "Palms, Pastures, and Swidden Fields: The Grounded Political Ecology of "Agro-Extractive/Shifting-cultivator Peasants" in Maranhão, Brazil", *Human Ecology*, 33 (1): 17-56.
- Pouydebat, E., y Nuño, A. (2018). *Inteligencia animal: Cabeza de chorlitos y memoria de elefantes*. Barcelona: Plataforma Editorial.
- PWC, 2013. *Global Forest, Paper & Packaging Industry Survey 2013 edition – survey of 2012 results*, Canadá, PricewaterhouseCoopers.
- Racancoj, Amalia (2011). "Una gestión con valores ancestrales", *Aquavita*, 7 (13): 8-11. Disponible en: <http://studyres.es/doc/1230555/cosmovisi%C3%B3n-maya-del-agua>
- Ramírez, H., Pérez, J., Manjarrez, L. (2002). "estudio de una estructura histórica: el puente colgante de la antigua ciudad maya de yaxchilán" en: *XIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*. Puebla, Pue., México 2002.
- Ratzel, F. (1975). *Antología Geopolítica*. Buenos Aires: Pleamar.
- Rendón, L., y Mejía, P. (2005). Comercio exterior y fluctuaciones cíclicas en la producción de cerveza en México. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 5(2), 81-110.
- Reuber, P. (2000). Conflict studies and critical geopolitics—theoretical concepts and recent research in political geography. *GeoJournal*, 50(1), 37-43.
- Richards, C., Roaza, H. P., & Pratt, T. R. (1996). *Applying GIS to groundwater assessments. In Proceedings of AWRA symposium on GIS and water resources held in Ft. Lauderdale*, Florida. USA: Florida Ft. Lauderdale.
- Richter, Alexander, 2006, *Seafood industry report - USA*, Islandia, Glitnir.

- Riley, J. (2002). Public Works and Local Elites: The Politics of Taxation in Tlaxcala, 1780-1810. *The Americas*, 58(3): 355-393.
- Rivas, D. C. (1993). *Gringos, contras y sandinistas: testimonio de la guerra civil en Nicaragua*. Santafé de Bogotá, Colombia: TM Editores.
- Rivera, É. D. J. V. (2002). "Historia de la Doctrina de la Seguridad Nacional", *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, (27): 11-39.
- Riveros, Mario (2011), "Grandes ong ambientalistas manejan más de us\$1.000 millones para actuar en el mundo", *Economía y Negocios*, jueves, 26 de mayo de 2011. Documento disponible en: <  
<http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=85033>>
- Romero, L. (2006). Conflicto y negociación por el agua del Nazas, 1888-1936: Del dominio público a la propiedad nacional. *Región y sociedad*, 18(36), 147-176.
- Rubio Blanca. (2015). La soberanía alimentaria en México una asignatura pendiente. México. Mundo siglo XXI, *revista del CIECAS-IPN ISSN 1870-2872, Núm 36, Vol. X, 2015*, pp.55-70
- Russo, A. (2007) "Caminando sobre la tierra, de nuevo desconocida, toda cambiada ' . La invención de la pintura del paisaje en la cartografía novohispana, siglos XVI-XVII", *Terra Brasilis (Nova Série)*, 7, 1-19.
- Sanchez, M., y Sandré, I. (2011). *El eslabón perdido: acuerdos, convenios, reglamentos y leyes locales de agua en México, 1593-1935*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Sander, P. (1997). Water-well siting in hard-rock areas: Identifying promising targets using a probabilistic approach. *Hydrogeology Journal*, 5(3), 32-43.
- Sandoval, C., Fernández, L., y Villalobos, J. (1713). *Informe del pleito, que sigue la señora doña Michaela Maria de Sandoval, y Caballero, legitima mujer del señor don Joseph Joachin de Vribe Castejon, y Medrano... contra el capitán D. Joseph Fernández de Lara, y consortes, dueño de haciendas de labor de riego en la provincia de Guexotizingo, sobre el agua del rio de Quesalâm, en virtud de la merced, que en él se refiere, y expresa. México: Por la viuda de M. de Rivera Calderón*. [Copia digital en UC Berkeley Libraries, Berkeley, CA 94720 United States]
- Saunders, A. (2013). Top 75 global cement companies, Global Cement Magazine. Documento Recuperado de: <http://www.globalcement.com/maga->



- zine/articles/822-top-75-globalcementcompanySay, Louise (dir.) (2013), *El mundo, ¿cuánto vale?*, Nueva York, History Channel [documental]
- Schumpeter, J. 1978. *Teoría del desenvolvimiento económico: una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Secretaria de Economía (1956). *Estadísticas sociales del Porfiriato 1877-1910*. México: Talleres Gráficos de la Nación.
- Sedano, T., Edith, S., Valdivia Alcalá, R., Sandoval Romero, F., Cuevas Alvarado, C. M., Hernández Ortíz, J., & Hernández Avila, A. (2016). Valoración económica del cerro del Tezcutzingo “baños de Netzahualcóyotl”, Texcoco, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(6): 1413-1422.
- Segato, Laura Rita. (2013). *Las Nuevas Formas de la Guerra y el Cuerpo de la Mujer*. México: Tinta Limón.
- Selser, G. (1994). *Cronología de las intervenciones extranjeras en América Latina: 1899-1945. (Vol. 3)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Selser, G., & Fuentes, C. C. D. C. S. (1994). *Cronología de las intervenciones extranjeras en América Latina: 1776-1848. (Vol. 1)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Autónoma Metropolitana/Universidad de Guadalajara/Universidad Obrera.
- Sierra, L & Scarborough, V. (2010). Control del agua por los antiguos mayas: el sistema hidráulico de la ciudad de Tikal. *Archaeology*, 5, 39-56.
- Simon, J. M. (2003). La Comisión para el esclarecimiento histórico, verdad y justicia en Guatemala. *Boletín mexicano de derecho comparado*, 36(106): 147-203.
- Simsik, M. J. (2002). The political ecology of biodiversity conservation on the Malagasy Highlands. *GeoJournal*, 58(4), 233-242.
- Sisto, N. P., Ramírez, A. I., Aguilar-Barajas, I., & Magaña-Rueda, V. (2016). Climate threats, water supply vulnerability and the risk of a water crisis in the Monterrey Metropolitan Area (Northeastern Mexico). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 91, 2-9.
- Slater, D. (1995). Challenging Western visions of the global: the geopolitics of theory and North–South relations. *The European Journal of Development Research*, 7(2), 366-388.

- SLP. (1797). *San Luis Potosí, Mexico, Convento de Carmelitas Descalzos documentos relativos a litigios sobre agua*. [Material de archivo]. Ohio: WorldCat, Online Computer Library Center.
- Snyder, P. K., C. Delire y J. A. Foley (2004), Evaluating the influence of different vegetation biomes on the global climate, *Climate Dynamics*, 23, (3-4), 279-302.
- STPS. 2017. *Nuevo León Información Laboral Julio, 2017*. México: Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Tao, Z. ChuiXiang Y. Bakwin, P. y Zhu, L. (2008). Links between global CO2 variability and climate anomalies of biomes, *Science in China Series D: Earth Sciences*, 51, (5), 740-747.
- Tarrab Abraham Ernesto. (2009). *El mercado de agua agrícola en México*. México: El autor. Tesis de doctorado en Economía Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de economía.
- Teeuw, R. M. (1995). Groundwater exploration using remote sensing and a low-cost geographical information system. *Hydrogeology Journal*, 3(3), 21-30.
- Toussaint, Luis. 2012. Panoramas de la industria: problemáticas y consejos. *En Food Technology Summit and Expo México D.F.*, 26 y 27 de septiembre de 2012.
- Tovar, R. (2009a). "Técnicas, tipos y velocidades de lectura tras la investigación documental", *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 39(3-4): 39-78.
- Tovar, R. (2009b). *Origen de la desastreadad: una hermenéutica del desastre desde la geografía*. México: Tesis doctoral, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tovar, R. 2015. "¿Un nuevo ecúmene? Reflexiones geográfico ontológicas", *Geografia em Questao*, (Brasil), volumen 8, número 1, pp 61- 75.
- Toynbee, A. (1951). *Estudio de la historia*. Volumen 1. Buenos Aires: Emecé.
- Trautmann, W. (1981). *Las transformaciones en el paisaje cultural de Tlaxcala durante la época colonial*. Wiesbaden: Steiner.

Trillas, Ariadna. (16 de julio 2018). "Adiós al impuesto al sol", *El Diario*. Disponible en: [https://www.eldiario.es/alternativaseconomicas/Adios-impuesto-sol\\_6\\_789931036.html](https://www.eldiario.es/alternativaseconomicas/Adios-impuesto-sol_6_789931036.html)

USAGOV. 2015. *National Inventory of Dams*. U.S.A.: Army Corps of Engineers.

Vázquez, Sebastián. (1555). *Por ellos y por los demás maceguals inician proceso de demanda contra Pedro Sanchez, alcalde, y Martyn Yopicatl, principales vecinos del Barrio de Tecuezpalco, en Tulancingo, por tierras que estan en Tecuezpalco, que se hallan sujetas al Barrio de Zapotlan con sus aguas arroyos y fuentes, que dicen que les pertenecen por haber sido de sus antepasados. Estas tierras se llaman Coatlytengo, Topucan, Tytlan y Suchytengo*. México: Tulancingo. [copia digital en University of Texas at San Antonio]

Velasco, Luis de, Marqués de Salinas, 1539-1617. (1558). *Ampara a los indios de Xaltepeque, pueblo sujeto al de Tulancingo, dándoles posesión del agua que reclaman; y ordena que nadie se la estorbe*. : Rey Felipe IV (1627). México: Tulancingo. [copia digital en University of Texas at San Antonio]

Villalonga, A. (2007). "El imperialismo hidráulico de los aztecas en la Cuenca de México", *Tecnología del Agua*, 27(288): 78-91.

Von Wobeser, G. (1983). *La formación de la hacienda en la época colonial. El uso del agua y la tierra*. México: Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM.

Wyness, A. J. (2011). Water footprinting: a tool to develop and manage water stewardship for business. *In Security of Industrial Water Supply and Management* (pp. 69-82). Springer, Dordrecht.

Ximenez, F. (1676). *Sentencia para tomar posesión del agua del Rio de Apaseo*. México: [material de archivo disponible en Yale University Library].

Zarza, L. (3 de abril de 2017). *La Guerra del Agua, un futuro distópico no tan lejano*. Recuperado el 4 de abril de 2017, de <https://www.iagua.es/blogs/laura-f-zarza/guerra-agua-futuro-distopico-no-tan-lejano>

Zerzan, J. (1994). *Future primitive: And other essays*. Brooklyn (N.Y.: Autonomedia.

Zerzan, J. (2006). *Elements of refusal*. Columbia, Mo.: Paleo Editions.

## Anexo 1

### Acueductos históricos de México

ID	NOMBRE	Estado	Construcción circa
1	Acueducto de Palenque	Yucatán	600
2	Acueductos primitivos de Belén, de Chapultepec	DF	1381
3	Santa Fe - Acueducto de San Cosme (Tlaxpana)	DF	1466
4	Acueducto de Belén	DF	1540
5	Acueducto de Guadalupe	DF	1676
6	Acueducto de Morelia	Michoacán	1549
7	Acueducto de los Remedios	Estado de México	1616
8	Acueducto de Zempoala (Padre Tembleque)	Hidalgo	1553
9	Acueducto de Querétaro	Querétaro	1726
10	Acueducto de Chihuahua	Chihuahua	1751
11	Acueducto de Oaxaca	Oaxaca	1750
12	Acueducto de Puebla	Puebla	1586
13	Acueducto de Guadalajara	Guadalajara	1731
14	Acueducto de Xalpa (Tepotzotlán)	Estado de México	1706
15	Acueducto de Churubusco	DF	1527
16	Acueducto de Huejotzingo	Puebla	1544
17	Acueducto de San Ángel	DF	1617
18	Acueducto de San Andrés Chalchicomula (ciudad Serdán)	Puebla	1697
19	Acueducto de Chiconcuac	Morelos	1550
20	Acueducto de Tlatelolco	DF	1528
21	Acueducto de Zacatecas	Zacatecas	1799
22	Acueducto de Tepuxaco (Tepojaco)	Estado de México	1575
23	Acueducto de Santa María Pipioltepec	Estado de México	1611
24	Acueducto El Saucillo (Huichapan)	Hidalgo	1732
25	Acueducto de Acámbaro	Guanajuato	1527
26	Acueducto de Cocoyoc	Morelos	1619
27	Acueducto de Pastita Guanajuato	Guanajuato	1741
28	Asequia del Convento de Cuilapan	Oaxaca	1530
29	Asequia de Santa Gertudris	BCS	1751
30	Acueducto de Parras de la Fuente	Coahuila	1598
31	Acueducto de Peotillos	SLP	1700
32	Asequia de Hacienda de Guanamá (Venado)	SLP	1600
33	Acueducto de la Hacienda de San Nicolás Tolentino (Izúcar de Matamoros)	Puebla	1600
34	Acueducto de la Hacienda de San Félix Rijo, Tilapa	Puebla	1540
35	Acueducto de Tecamachalco	Puebla	1530
36	Acueducto de la Hacienda de Coyotla	Morelos	1600
37	Acueducto de la Hacienda Belen Pihuamo	Jalisco	1600

38	Acueducto de Nochistlán	Zacatecas	1793
39	Acueducto de Tepeapulco	Hidalgo	1600
40	Acueducto de Puruándiro (donde hierve el agua)	Michoacán	1565
41	Acueducto de la Hacienda de Calderón (Cuautla)	Morelos	1603
42	Acueducto de la hacienda el hospital (Cuautla)	Morelos	1603
43	Acueducto del Cedazo	Aguascalientes	1731
44	Acueducto real de asientos	Aguascalientes	1799
45	Hacienda de Cuatepec en Zacualpan de Amilpas.	Colima	1799
46	Hacienda de Chicomocelo	Colima	1799
48	Acueducto del Cubo (plaza de Villarreal)	Zacatecas	1799
49	Acueducto Hacienda de la Noria Alta	Guanajuato	1819
50	Asequia de Cedros (Mazapil)	Zacatecas	1824
51	Tunel Las Lumbreras (Rioverde)	SLP	1847
52	Acueducto de la Hacienda de San Lucas Matlala, Huaquechula	Puebla	1850
53	Antiguo Acueducto (Saltillo) Calle Urdiñola	Coahuila	1855
54	Acueducto de San José Mayorazgo	Puebla	1864
55	Acueducto de La Libertad (Saltillo)	Coahuila	1880
56	Acueducto Hacienda Agua Blanca	Zacatecas	1897
57	Acueducto de la hacienda de San Juan Bautista (Taxco)	Guerrero	1898
58	Acueducto del Racho de Apulco	Zacatecas	1900
59	Acueducto de Atempan	Tlaxcala	1905
60	Acueducto de San Luis de Custique (Lienzo charro)	Zacatecas	1909

## Anexo 2

### **Marco Jurídico del agua en México**

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
Ley Orgánica de la Administración Pública Federal
Reglamento Interior de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Ley de Aguas Nacionales.
Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
Ley General de Bienes Nacionales.
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente
Reglamento de la Ley General del equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente en materia de Residuos Peligrosos
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente en materia de Impacto Ambiental.
Código Civil para el Distrito Federal.
Código Penal Federal.
Ley General de Salud.
Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.
Ley General de Asentamientos Humanos.
Ley Federal sobre Metrología y Normatización.
Ley Federal de Derechos.
Plan Nacional de Desarrollo 2018- 2024.
Plan Nacional Hídrico 2018- 2024.
Constitución 27, 115: Frac. III: inciso A)
NOM-127-SSA1-1994
NOM-002-CNA-1995
NOM-003-CNA-1996
NOM-117-SSA1-1994
Art. 1 Constitucional: Tratados Internacionales en materia de agua.

### Anexo 3

#### Sitios anegados por embalses del siglo XX



(a) Los pueblos de Tepupa, Batuc y Suaqui "Presa Novillo en Sonora" 1964



(b) Los pueblos Churumuco "Presa Infiernillo en Michoacán 1961-1963"



c) Guerrero Viejo, Nuevo Laredo Tamaulipas El pueblo fronterizo se evacuó e inundó completamente en la década de los años 40 debido a la construcción de la Presa Falcón



(d) Zangarzo Guanajuato "Presa de la Purísima"



(e) Santo Tomas presa hidroeléctrica Miguel Alemán 1959



(f) Villa de Padilla Tamaulipas "presa Vicente Guerrero 1971"



(g) San Luis Taxhimay Estado de México "Presa Taxhimay" 1987



(h) Misiones Jesuitas del siglo XVIII. "Presa del Novillo Sonora" 1964





(I) León Ex Hacienda EL Palote "Presa de el Palote" 1954



(J) San Miguel de Allende, Guanajuato "Presa Allende" 1967



(K) Pueblos Batua, Suaqui y Tepupa Hermosillo Sonora "Presa Plutarco Elías Calles" 1964



(L) San Antonio en Huesca de Ocampo Hidalgo "Presa San Antonio"

Fotografías : Benjamín Arredondo



(m) Iglesia de Quechula, Chiapas "Presa Nezahualcoyotl 1966".



(n) Iglesia de San Juan Bautista Tequesquiltengo Siglo XIX". 1960



(n) Temacapulín, Acáslco y Palmarejo, Jalisco "Presa El Zapotillo" 2009